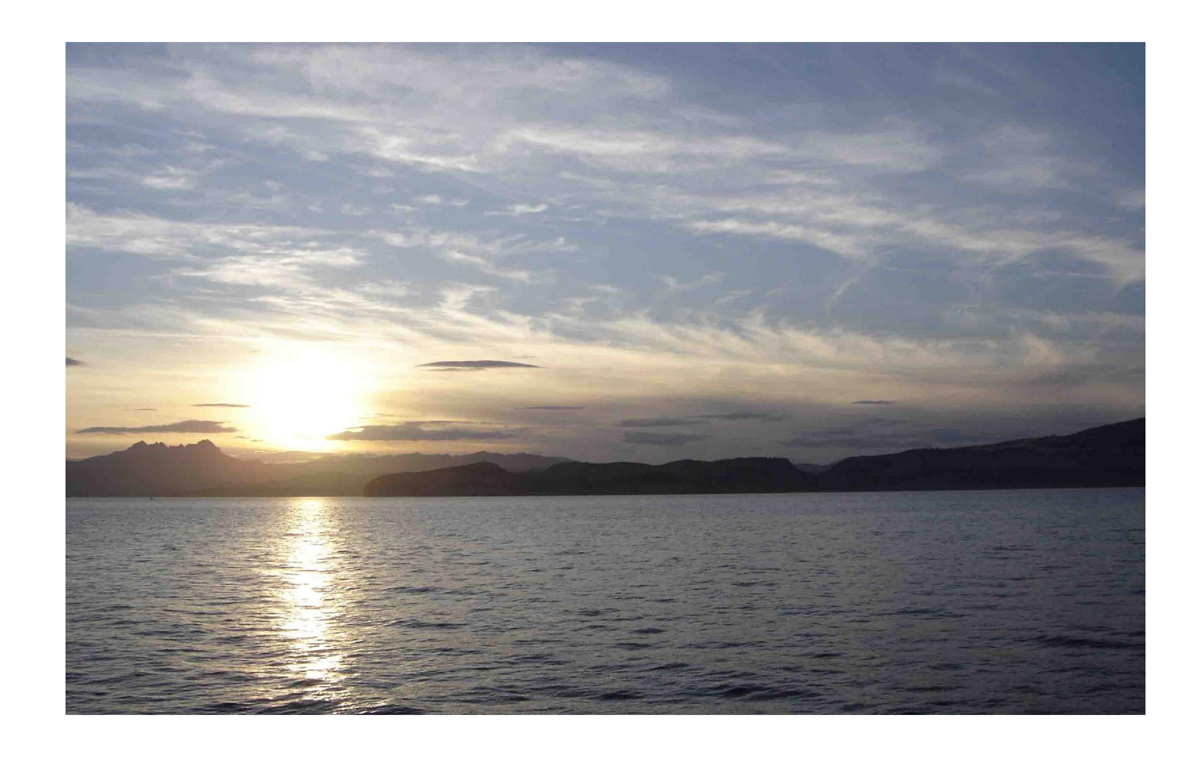




DEBARD STEPHANE
MASTER 2 « SIG ET GESTION DE L'ESPACE »
Université Jean MONNET, St Etienne.
Année 2005

Réalisation d'un Système de Gestion de Base de données et d'information géographique dédié à la surveillance de l'herbier de Posidonies en Méditerranée.











Maître de stage : Mr Bruno ANDRAL
Ifremer, centre de Toulon la Seyne/mer.
Direction de l'environnement et du littoral.

Fiche analytique

Stagiaire	DEBARD Stéphane
Organisme d'accueil	Ifremer/DEL/TL ZP de Brégaillon 83500 La Seyne sur mer
Responsable de stage	Mr Bruno ANDRAL
Sujet du stage	Mise en place d'une base de données pour la surveillance des herbiers de Posidonies sur le littoral méditerranéen. Interprétation des données sous Système d'Information Géographique .
Durée	20 mars 2005 au 8 septembre 2005
Cadre	Master 2 SIG et Gestion de l'espace Université Jean Monnet St Etienne/ Enise.
Résumé	L'herbier de posidonies est considéré en Méditerranée comme un indicateur de référence sur la qualité des eaux littorales. Le suivi de cet herbier par les scientifiques engendre un grand nombre de données. Il a été alors nécessaire de créer un outil de stockage de ces données pour leur gestion et leur valorisation.
Commentaire	Photo, Campagne Mytilos, avril à mai 2005 . N/O Europe http://www.ifremer.fr/medicis/projets/mytilos.html

REMERCIEMENTS

Je voudrais tout d'abord remercier Mr Bruno ANDRAL (Ifremer/LER/PAC, La Seyne/mer), pour m'avoir accepté lors de ce stage de six mois au laboratoire de l'environnement côtier de l'Ifremer de la Seyne/mer, pour m'avoir soutenu, et accompagné dans toutes les démarches que j'ai pu entreprendre pour mener à bien ce projet, pour m'avoir facilité les rencontres avec des personnes aux compétences diverses mais aussi pour m'avoir offert la possibilité de participer à la campagne MYTILOS en méditerranée à bord du navire océanographique l'Europe de l'Ifremer.

Je voudrais aussi remercier Mr Didier SAUZADE (Ifremer/LER/PAC, La Seyne/mer), chef du laboratoire environnement ressource, pour m'avoir accueilli dans son équipe.

Je remercie Mr Thierry JOLIVEAU et Mr Eric FAVIER, respectivement de l'université Jean Monnet et de l'Enise ainsi que tous les intervenants du Master 2 « SIG et gestion de l'espace » pour la qualité et la diversité de la formation.

Je remercie également Antoine HUGUET (Chef de Projet Quadrige, DCB-DYNECO-VIGIES, Ifremer de Nantes) et Emilie GAUTHIER (DCB-DYNECO-VIGIES, Ifremer de Brest) pour m'avoir orienté dans mes recherches et pour m'avoir transmis leurs compétences en gestion et modélisation de bases de données.

Je remercie aussi Mme Corinne TOMASINO (Ifremer/LER/PAC, La Seyne/mer) pour son aide sur les Systèmes d'Information Géographique.

Je remercie également toute l'équipe du laboratoire côtier pour m'avoir intégré au sein de leur équipe, pour leur disponibilité et pour l'ambiance conviviale qu'ils ont apportés tout au long de mon stage.


Université
Jean
Monnet
SAINT-ETIENNE

INTRODUCTION

La Posidonie (Posidonia oceanica) est une espèce endémique à la Méditerranée. C'est une phanérogame marine c'est à dire une plante à fleur. Elle constitue de grandes prairies, appelées herbiers, jusqu'à environ 40 mètres de profondeur sur une superficie totale de 37 000 km^2. L'herbier à Posidonia Oceanica constitue la base de la richesse des eaux littorales en Méditerranée par les surfaces qu'il occupe, le rôle essentiel qu'il joue au niveau écologique, par son action au niveau des équilibres littoraux mais surtout parce qu'il constitue un puissant intégrateur de la qualité globale des eaux marines.

.

L'intérêt écologique de cet herbier et le suivi effectué depuis de nombreuses années par les scientifiques ont incité les administrations concernées par la gestion du littoral, les élus de la région PACA et les scientifiques à créer le Réseau de Surveillance Posidonie (RSP) et pour utiliser l'herbier comme un bioindicateur de la qualité du milieu marin.

Ce réseau a débuté en 1984. Ce sont 33 sites qui sont ainsi surveillés depuis plus de 20 ans. Neuf sites sur les Bouches du Rhône- 16 sites dans le Var- 8 sites dans les Alpes-maritimes. Depuis 2002 la Corse participe à ce réseau avec 10 sites de surveillance et devrait comporter à terme 30 sites répartit sur tout le littoral Corse.

Depuis 1984, six programmes ont été amenés à terme et au total six retours se sont déroulés sur l'ensemble des points de surveillance en région PACA. L'ensemble des données récupérées ont été stockés sous différents formats et ont fait partie de nombreux rapports de synthèse.

Pour optimiser la gestion et la valorisation des données concernant l'herbier de Posidonies en Méditerranée, notamment pour répondre aux objectifs de la nouvelle Directive Cadre sur l'Eau (DCE), plusieurs partenaires ont souhaité après concertation, rassembler, structurer et automatiser le traitement de leur données. Compte tenu de ses compétences dans le domaine de la gestion des données de ses réseaux de surveillance, l'Ifremer s'est proposé de modéliser la base.

Les principaux objectifs du stage ont été d'établir une méthodologie de travail pour planifier le projet, de modéliser une base de données relationnelle pouvant stocker l'ensemble des données existantes et pouvant intégrer les données futures du réseau, réfléchir à une adaptation du modèle aux différents enjeux notamment pour répondre à la démarche de la DCE et à la mise en cohérence du modèle avec la nouvelle organisation de Quadrige (Base de données utilisé par l'Ifremer pour stocker ses données).
Le troisième objectif a été de faciliter l'utilisation de la base principalement au niveau de la saisie et de l'extraction des données à l'image de la base de données MARBEN 2.0 (Base de données biologique utilisé par Ifremer) sur la façade atlantique)
Enfin le dernier objectif a été d'établir un système simple d'utilisation pour l'exploitation des données dans un Système d'Information Géographique (SIG) .

1. PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

1.1. L'IFREMER

1.1.1. Présentation

L'Ifremer est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC). Il a été créé par un décret du 5 juin 1984 par la fusion de l'ISTPM (Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes) et du CNEXO (Centre National pour l'Exploitation des Océans). Etablissement public à caractère industriel et commercial, l'Ifremer est placé sous la tutelle conjointe des ministères chargés de la Recherche, de l'Agriculture et de la Pêche, de l'Equipement, des Transports et du Logement, et de l'Environnement
Les missions de l'Ifremer sont de:

- connaître, évaluer, mettre en valeur, rationaliser l'exploitation des ressources de l'océan
- améliorer la connaissance, les méthodes de protection et de restauration de l'environnement marin; créer et gérer des équipements d'intérêt général ;
- favoriser le développement socio-économique du monde maritime, apporter son concours à l'état, aux professions maritimes, aux autres organismes scientifiques, techniques et économiques.

L'institut compte environ 1 380 salariés Ifremer et 320 salariés de l'armateur Genavir . Il dispose de 78 laboratoires ou services de recherche, répartis dans 24 stations ou centres sur le littoral métropolitain et dans les DOM-TOM.



Figure 1 : Implantation de l'Ifremer sur le territoire métropolitain

1.1.2. Organisation

L'Ifremer s'articule autour de trois grandes structures :
La Direction des Programmes et de la Stratégie (DPS) : qui anime et coordonne les activités scientifiques et technologiques (thèmes, programmes, projets, actions)
La Direction des Opérations (DOP) : à laquelle sont rattachées les unités (centres, départements, laboratoires)
Les Directions fonctionnelles : (Affaires Financières, Affaires Juridiques, Communication, Opérations et Moyens Navals, Ressources Humaines et Valorisation)
C'est la Direction des Opérations (DOP) qui assure l'exécution des programmes Ifremer.

1.2. L'IFREMER EN MEDITERRANEE

Les équipes de l'Ifremer sont implantées dans les trois régions de la façade méditerranéenne française qui se répartissent sur 5 sites et couvrent les principaux domaines suivants :
en Provence Alpes Côte d'Azur, le Centre de Toulon - La Seyne pour l'intervention sous-marine profonde et l'environnement littoral;
en Languedoc Roussillon, la station de Palavas pour la pisciculture marine et la conchyliculture, la station de Sète pour l'halieutique et l'environnement littoral et l'Unité Mixte de Recherche de Montpellier associant l'Ifremer, le CNRS et l'Université Montpellier 2, la DRIIVI (Défense et Résistances des Invertébrés Marins) ;
en Corse, la station de Bastia pour l'environnement littoral.

Le Centre avec ses stations rattachées regroupe environ 180 agents Ifremer (ingénieurs, chercheurs, techniciens et administratifs) appartenant à la Direction des Navires Océanographiques et de l'Intervention Sous-marine (DNIS), à la Direction des Technologies Marines et des Systèmes d'Informations (TMSI), à la Direction de l'Environnement Littoral (DEL) et à la Direction des Ressources Vivantes (DRV).
En outre, sur le site de La Seyne, le GIE GENAVIR, filiale de l'Ifremer est chargé de la gestion des moyens navals et regroupe 50 agents appartenant au Département des Engins Sous-Marins (DESM).

1.2.1. Le centre Ifremer de Toulon-La Seyne

C'est en 1971 qu'a été décidée la création, sur la façade méditerranéenne française d'un Centre voué, principalement aux recherches en matière de technologie d'intervention à grande profondeur. Implanté dans l'aire toulonnaise, sur le territoire de la commune de La Seyne-sur-Mer, il a été construit sur des terrains gagnés sur la mer, dans la zone industrialo-portuaire de Brégaillon.
Ce lieu d'implantation a été retenu pour des raisons d'ordres géographique et historique:
géographique, car l'étroitesse du plateau continental au large du département du Var permet un accès rapide à des fonds importants où peuvent être testés les nouveaux équipements sous-marins ;
historique, car la présence de la Marine Nationale a permis à cette région d'acquérir un savoir-faire de haut niveau dans le domaine des technologies marines, se traduisant par de nombreuses possibilités de coopération et de sous-traitance.

Le Centre héberge, d'une part, le Département des Engins Sous-Marins de GENAVIR qui opère les engins de l'Ifremer et d'autre part, des antennes d'organismes extérieurs dont l'activité nécessite une implantation en zone littorale : L'Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire (IPSN) du Commissariat à l'Energie Atomique (CEA), le Centre Océanologique de Marseille (COM), l'Institut National des Sciences de l'Univers (INSU), l'Université de Toulon et du Var et le Centre de Documentation de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux (CEDRE).

1.2.2. Le laboratoire côtier DEL/TL

Le stage se déroule au centre Ifremer de la Seyne sur mer au Laboratoire Environnement Ressource (Ifremer/LER/PAC) sous la tutelle de Mr Bruno ANDRAL (PDG-DOP-LER-LERPAC). Le laboratoire entretient des relations de partenariat fortes avec les institutions régionales (Agence de l'eau RMC, Conseil Régional, DIREN...), départementales (Conseil Général...) et locales (municipalités). Les collaborations scientifiques avec notamment le Centre d'Océanologie de Marseille (COM), le GIS-Posidonie (Endoume, Corté), la STARESO (Corse) se poursuivent dans le cadre d'études et de programmes de recherche menés en commun. Il en est de même de sa collaboration, fructueuse et déjà ancienne avec l'Agence de l'Eau RMC. Celle-ci se traduit aussi par l'établissement de liens avec les autres gestionnaires du littoral impliqués dans le cadre du développement du Réseau Littoral Méditerranéen (RLM).

1.2.2.1. Mandat

Le mandat du laboratoire le conduit à mener des missions de collecte de données dans le cadre de la surveillance de la qualité du milieu, d'études de salubrité, d'avis et d'expertises au profit des organismes publics et des professionnels des ressources marines.
Des activités spécifiques concernent aussi des études sur le développement et la mise en oeuvre d'outils d'aide à la gestion de la zone côtière. Le développement de ce pôle de compétence a deux origines : l'environnement stratégique du laboratoire et l'importance ainsi que la diversité d'expériences de son encadrement.

1.2.2.2. Compétence géographique

La compétence géographique du laboratoire correspond au littoral de la région Provence Alpes Côte d'Azur (PACA) qui s'étend, d'Ouest en Est, du Petit Rhône à la frontière italienne. Ce territoire comprend les département littoraux des Bouches du Rhône (13), du Var (83) et des Alpes Maritimes (06), soit un linéaire côtier d'environ 460 km.

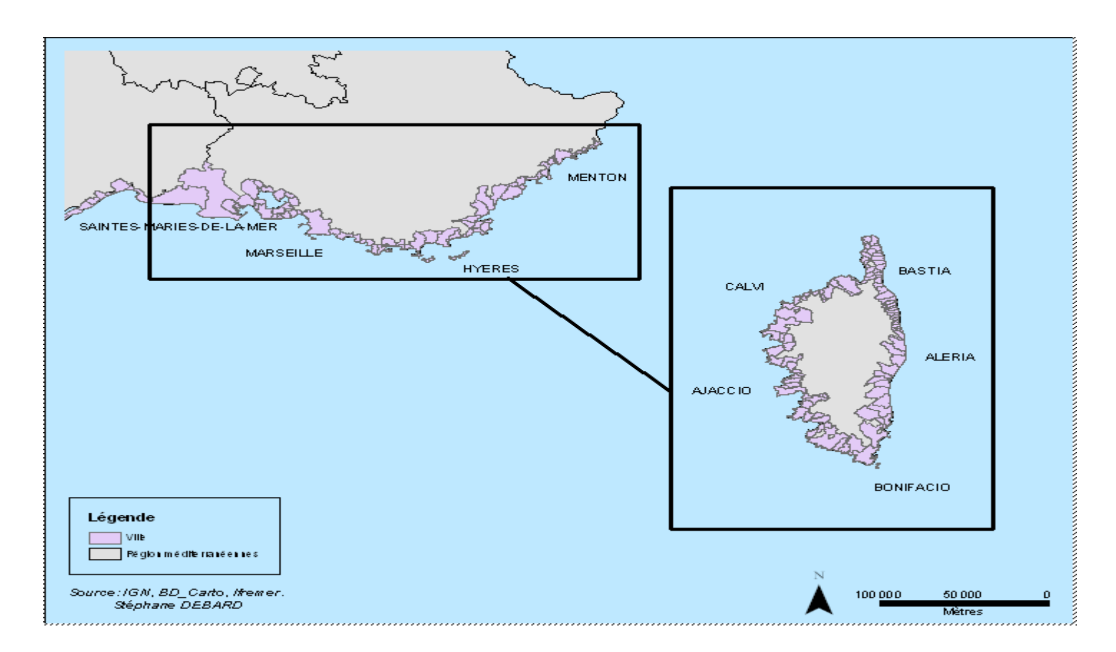


Figure 2: Compétences géographiques

1.2.3. Présentation du laboratoire

L'équipe est constituée de 15 personnes, il comprend :

- 8 cadres : généralistes de l'environnement côtier et présentent des cursus très divers qui, par leurs complémentarités, font la richesse du laboratoire et lui permettent d'être particulièrement bien armé pour aborder les études intégrées au service de la gestion de la zone côtière;
- 5 techniciens : leurs diverses compétences permettent de couvrir les domaines d'intervention de terrain, de l'instrumentation, de l'analytique et de l'informatique ;
- 2 administratifs : ils assurent les tâches de secrétariat et de gestion.

L'équipe peut bénéficier de l'aide de CDD, accueillis en renfort de l'équipe en place, justifié par des évènements exceptionnels ou en remplacement de personnel.
Dans le cadre de l'exercice de ses différents métiers, le personnel du laboratoire bénéficie régulièrement de formations spécialisées. A l'inverse, il peut être amené à prodiguer des cours ou des conférences ou à participer à des sessions de formation, en tant que formateur.
Enfin, il assure fréquemment des tâches d'encadrement de doctorants ou de stagiaires.
Le laboratoire est doté de nombreux moyens matériels adaptés aux exigences de réalisation de ses programmes d'activités (ex : embarcation, scaphandrier,...).
Il s'inscrit dans des réseaux d'ordre institutionnel, scientifique ou professionnel qui l'amènent à opérer et collaborer avec de nombreux partenaires (ex : GIS Posidonie, COM,...), tant au niveau local, régional que national, voire international.

1.2.4. SI/TL, Outil de gestion des données littorales

Le laboratoire environnement ressources de Toulon a inscrit dans ses programmes d'activités depuis 1997 le développement d'un système d'information pour l'environnement littoral de la façade méditerranéenne et plus particulièrement de la région PACA : le SI/TL.
Le développement de cet outil répond à un besoin interne du laboratoire de restitution cartographique de ses données et informations, afin de l'aider à améliorer ses tâches courantes d'étude, d'avis, d'assistance et d'expertise.
Progressivement, le laboratoire s'est doté des moyens nécessaires, tant au niveau humains que matériels, pour satisfaire à cette demande. Il a ainsi travaillé d'une part au plan méthodologique à la définition, à l'organisation et à la mise en forme des données de la base du système et d'autre part, au plan informatique à la conception et à la mise en oeuvre d'une configuration appropriée pour partager et exploiter ces données.
A l'origine, l'idée maîtresse était de concevoir un produit compact et amovible qui contiendrait à la fois les données nécessaires aux besoins du laboratoire, les logiciels SIG et les projets SIG » permettant ainsi l'échange de toutes les informations qui y sont attachées.
Actuellement, le système est opérationnel, aussi bien en terme d'organisation de la base que d'exploitation au moyen de procédures dédiées.
Le parc informatique

Le parc informatique « dédié », dont la vocation est de servir prioritairement SI/TL, est constitué de trois PC fixes (un maître et deux clients) et un portable :
Poste Maître : Pentium III NEC cadencé à 800 Mhz, 256 Mo de mémoire, 60 Go de disque dur (partionné) ;
Poste Client I : Pentium III NEC cadencé à 560 Mhz, 256 Mo de mémoire, 36 Go de disque dur (partionné) ;
Poste Client II : Pentium II NEC, cadencé à 266 Mhz, 128 Mo de mémoire, 13 Go de disque dur (partionné) ;
Portable: Pentium II DELL portable, cadencé à 200 Mhz, 48 Mo de mémoire, 3.2 Go de disque dur, écran 13', carte réseau.

Les postes de travail sont reliés à des périphériques d'entrées et de sorties :
- deux écrans de 21 pouces et un de 19 pouces ;
- une imprimante XeroxworkCentre24 PCL 6 Laser couleur, format A3 et A4 ;
- une imprimante laser noir et blanc Hewlett Packard laser Jet III, format A4;
- un scanner AGFA studio star 1200 dpi ;
- lecteurs CD-Rom, graveur...

Le système d'exploitation utilisé sur la plate-forme est Windows XP professionnel. Les trois postes sont reliés à des disques réseau pour l'échange et la sauvegarde des fichiers.
Ces PC fonctionnent de façon indépendante, ne répondant pas au principe « maître/client ». Ils disposent chacun d'une base de données identique avec une procédure de copie Maître vers Client et réciproquement.

1.2.5. Les réseaux

Le réseau interne permet de relier les différents PC du laboratoire en offrant l'accès à une partition commune à tous les agents du laboratoire (N:\). Sur cette partition sont classés des

fichiers d'intérêt communs aux agents du laboratoire. Les réseaux permettent également de se connecter à certains périphériques comme les imprimantes
Au niveau national un réseau Intranet existe. Il permet entre autre de ce connecter à des serveurs nationaux, d'échanger des fichiers via des transferts FTP ou d'interroger des bases de données tels que, le serveur SEXTANT (http://w3.ifremer.fr\isi\sextant\) qui a pour objectif de mettre en commun et à disposition des données géographiques de références intéressant les différentes équipes. Il apporte aussi un support aux équipes IFREMER pour l'utilisation des données et de logiciels géographiques. Le réseau national permet aussi de ce connecter à QUADRIGE. Le réseau permet de la même manière en utilisant le réseau INTERNET de ce connecter à des bases de données externes, comme la plate-forme IGN du Comité Régional de l'Information GEographique (CRIGE) (http://http://www.crige-paca.ore/1) l'objectif est de mettre à disposition de ses adhérents des données géographiques à l'échelle de la région PACA.

1.2.6. Les logiciels

La base de données SIG du système à été exploité jusqu'en 2003 sous le logiciel de systèmes d'information géographiques : ArcView® version 3.2a d'ESRI complété de ses extensions comme Image Analysis© pour le traitement d'image de 3D Analyst© version 1.0a, Network Analyst@ version 1.Ob et Spatial Analyst© version 1.1. Le service s'est équipé du logiciel Arcgis 8.3 et tend à faire migrer depuis quelques années la base de données vers le logiciel Arcgis 8.3. Différentes applications ont été développées par Ifremer DEL/AO (Direction de l'Environnement et du Littoral/Applications Opérationnelles) répondant à des besoins spécifiques. (Ex : Adélie :Application pour la vidéo sous-marine). D'autres logiciels complètent la partie software du système à des fins de traitements statistique et spatial des données.

1.2.7. Architecture de la base de données SI/TL

1.2.7.1. La base de données : SIRS

Physiquement, la base de données générale est développée sur le Disque Dur (DD) « maître » dans 2 répertoires principaux qui sont:

- SIRS (Système d'Information à Référence Spatiale) pour les données purement SIG : contient l'ensemble des données lisibles directement et indirectement (par convertisseur de données) par ArcView® ou Arcgis, c'est à dire les données graphiques de type point, ligne, polygone;
- DATA pour les données pouvant être liées à un projet: contient les informations associées aux projets (photos, tableaux de données, etc.), c'est à dire l'information descriptive ou complémentaire des précédentes.

Un répertoires Projet complète cette architecture il contient les différents projets ArcView élaborés pour les besoins du laboratoire.

1.2.7.2. Gestion de la base de données SIRS

La base de données SIRS s'organise selon trois niveaux hiérarchisés, la donnée est d'abord classée selon un niveau de qualité (niveau 1), ces données géographiques sont ensuite classées selon leur type projection (niveau 2), enfin, elles sont classées selon leur type de format informatique (niveau 3).

Niveau 1 : Classification qualitative de la donnée

La gestion de la base de données de SI/TL s'appuie sur quelques principes de base qui relèvent de la qualité des données et de leur classification. Ils permettent de préciser le statut des données comme suit :
Principe 1 : les données sont répertoriées selon un niveau de qualité qui les classes en données dites « sources » et en données dites de « création ».

- les données sources sont des données considérées de référence fournies en général, par des producteurs nationaux. Ces données qualifiées sont ainsi directement exploitables dans le SIG ;
- les données de création sont des données qui sont en cours de normalisation par application d'une procédure de qualification et sont stockées dans un fichier nommé TEMP.

Principe 2: les données sources qui constituent la base de SIRS représentent la référence de la base de données du fait de leur fiabilité et pérennité. Cet ensemble contient:

- les données constitutives du référentiel géographique « terre/mer » ;
- des données du référentiel thématique, descriptives de l'espace côtier dans ses composantes naturelles (caractéristiques biophysiques) et anthropiques (caractéristiques socio-économiques).

Principe 3 : les autres données, en création, sont destinées à devenir des données sources dés lors qu'elles auront subi les procédures de qualification requises.

Un dossier Légende complète ce niveau. Il contient l'ensemble des légendes rattachées aux projets (.avl).

Niveau 2 : Classification de la donnée en fonction de sa projection géographique

Les producteurs de données de référence utilisant différents système de projection, la base de données SIRS est organisée de la manière suivante :
« dd » : système de coordonnées en longitude et latitude en degrés décimaux destiné à être projeté par les fonctionnalités d'ArcView, en particulier dans un des systèmes suivants ;
« Lambert2e » : projection en lambert 2 étendu utilisée comme référence afin d'être compatible avec les données géographiques utilisées globalement à l'Ifremer ;
« Lambert4 » : projection en lambert 4 utilisée pour la Corse ;
« Europe50 » ou « WGS84 » : projection utilisée pour les cartes marines (SHOM) ;
Système de coordonnées WGS84 (World Géodésique Système) est utilisé par le réseau satellitaire GPS.
La normalisation du Lambert 93 à l'échelle de la France devra alors être pris en compte dans la base.

Niveau 3 - Classification de la donnée selon le fournisseur auquel elle appartient :

AERMC : Agence de l'Eau Rhône-Méditérranée-Corse
Euromaps
SHOM
DIREN

Niveau 4 – Ensembles des fichiers liés au dossier.

Enfin, les objets géographiques sont classés selon le type informatique qu'ils revêtent distingués par les dénominations suivantes :
« raster » : image raster de type photo aérienne ou image satellite
« shapelin » : dossier de fichiers d'objets lignes des shapes ArcView ;
« shapepol » : dossier de fichiers d'objets polygones des shapes ArcView ;
« shapept » : dossier de fichiers d'objets points des shapes ArcView.

Cette organisation permet d'éviter toute redondance dans les fichiers et un foisonnement inutile de la base.

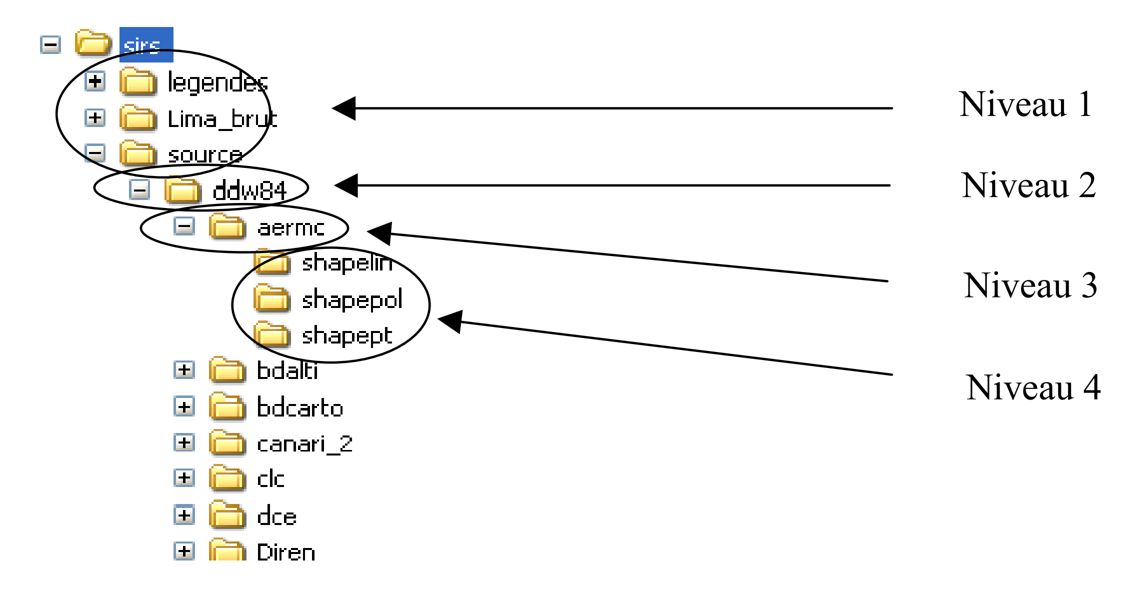


Figure 3 :Schéma d'organisation du SIRS





PRESENTATION DU PROJET

LA SURVEILLANCE DE L'HERBIER DE POSIDONIE
LES ENJEUX
METHODOLOGIE

Mots clés :
Réseau de surveillance
Points de Surveillance
Paramètres et descripteurs
Bioindicateur
Enjeux
Conduite de projet



2. LA SURVEILLANCE DE L'HERBIER DE POSIDONIES

2.1. POURQUOI SURVEILLER LES HERBIERS DE POSIDONIES ?

La majeure partie du littoral méditerranéen, est de plus en plus soumise à des pressions anthropiques diverses (aménagements littoraux ; rejets d'eaux usées insuffisamment épurées ; développement des activités balnéaires, exploitation des ressources vivantes). Ces impacts, généralement concentrés en saison estivale sont de nature à hypothéquer son patrimoine naturel et générent de nombreux conflits d'usages

2.1.1. Biologie

Posidonia oceanica est une magnoliophyte marine (plante à fleurs) endémique de la mer Méditerranée ; elle constitue de vastes prairies sous-marines, appelées herbiers, qui se développent entre la surface et 30 à 40 m de profondeur. La formation des herbiers, leur dynamique et leur densité dépendent étroitement du milieu environnant : nature du substrat, hydrodynamisme, transparence des eaux, impacts humains (MOLINIER & PICARD, 1952, BOUDOURESQUE & MEINEZ, 1982).
Les feuilles de *Posidonia oceanica* mesurent généralement de 40 à 80 cm de long et 1 cm de large ; elles sont regroupées en faisceaux de 4 à 8 feuilles à l'apex d'un axe appelé rhizome (tige souterraine), prolongeant les racines, qui descendent à plus de 70 cm de profondeur (BOUDOURESQUE & MEINEZ, 1982). Les rhizomes présentent une croissance horizontale (rhizomes plagiotropes) ou verticale (rhizomes orthotropes). Le type de croissance est fonction de l'espace disponible, de la lumière et de l'importance des apports sédimentaires, permettant ainsi à la plante de lutter contre l'enfouissement. Les rhizomes , les racines et le sédiment qui colmate les interstices, constituent un ensemble extrêmement compact que l'on nomme matte. Les fleurs sont hermaphrodites. La floraison qui se produit généralement à l'automne (Septembre-Novembre), n'a pas lieu toutes les années et son intensité est variable suivant les saisons. (BOUDOURESQUE Charles-Francois, DIVIACCO Giovanni, MEINESZ Alexandre, PERGENT Gérard, PERGENT-
MARTINI Christine, TUNISI Leonardo, Avril 2004)





Figure 4 : Faisceaux et rhizomes de Posidonies

2.1.2. Ecologie

L'herbier de Posidonies joue un rôle essentiel au niveau écologique par la production et l'exportation de grandes quantités de matière végétale, la production d'oxygène, c'est aussi le lieu de frayère, de nurseries ou d'habitat permanent pour des milliers d'espèces animales et végétales = (pôle de diversité) (PERGENT Gérard, PERGENT-MARTINI Christine, BOUDOURESQUE Charles-Francois , 1995)
Par l'importance de sa production primaire, par la richesse de sa flore, de sa faune, de ses épiphytes, par son rôle déterminant pour l'ensemble des équilibres biologiques et sédimentologiques du littoral, l'herbier de Posidonies est actuellement considéré comme l'écosystème pivot de la Méditerranée. (Vincent GRAVEZ , Professeur Charles-François BOUDOURESQUE) et constituent la base de la richesse des eaux littorales en Méditerranée.



Figure 5 : Herbiers de Posidonies

2.1.3. Rôle de bioindicateur

L'utilisation de bioindicateurs est aujourd'hui un moyen d'investigation des plus appropriés dans toute la recherche d' écologie appliquée en général et en écotoxicologie[1]. Ces bioindicateurs permettent notamment d'évaluer l'importance et la variation de la qualité (transparence, oxygénation) et/ou de la contamination du milieu marin, (polluants chimiques d'origine minérale ou organique, matières organiques). (Pergent G., Abiven T., Hauden S., Mimault B., Pasqualini V., Patrone J., Pergent-Martini C., 2004).
Particulièrement sensible à la pollution et aux agressions liées aux activités humaines, l'herbier de posidonies rend compte, par sa présence et sa vitalité de la qualité des eaux qui dérivent au dessus de lui.
Comme tout végétal Posidonia oceanica a besoin de lumière pour effectuer sa photosynthèse, son extension bathymétrique maximale (limite inférieure) dépends essentiellement de la quantité de lumière reçue sur le fond et donc de la transparence moyenne des eaux (Boudouresque & Meinesz, 1982). Par exemple dans les zones où la transparence de l'eau est maximale, les auteurs signalent des limites généralement situées à plus de 35 m de profondeur (Augier & Boudouresque, 1979 ; Colantoni et al., 1982 ; Borg & Schembri, 1995), en revanche lorsque la transparence des eaux diminue, on assiste à une remontée de la limite inférieure qui peut s'établir entre 10 et 15 m; c'est notamment le cas à proximité du débouché de fleuves côtiers ou du rejet en mer d'émissaires urbains ou industriels (Astier, 1984 ; Darmoul, 1988; Pergent-Martini & Pergent, 1993).

Les scientifiques se basent alors sur un panel de descripteurs (cf §:2.3). Ils peuvent ainsi poser un diagnostic de l'état général de l'herbier, et mieux cerner l'incidence potentielle de telle ou telle nuisance d'origine anthropique (PERGENT G., ABIVEN T., HAUDEN S., MIMAULT B., PASQUALINI V., PATRONE J., PERGENT-MARTINI C., 2004)

2.1.4. Législation sur Posidonia oceanica.

En France, la protection légale de Posidonia oceanica s'intègre dans le cadre de la loi du 10 juillet 1976, relative à la protection de la nature et de son décret d'application du 25 novembre 1977. Cette protection est officialisée par l'arrêté du 19 juillet 1988 relatif à la liste des espèces végétales marines protégées qui spécifie « sont interdits, en tout temps et sur tout le territoire métropolitain, la destruction, la coupe, l'arrachage, la mutilation, la cueillette ou l'enlèvement, le colportage, l'utilisation, la mise en vente, la vente ou l'achat de tout ou partie des spécimens sauvages des espèces ci-après énumérées … Posidonia oceanica et Cymodocea nodosa » (Pergent, 1991). En dehors de l'espèce elle-même, les herbiers bénéficient d'une protection aux termes de la loi du 3 janvier 1986, qui énonce les principes relatifs à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral. Cette loi « littoral » peut permettre la préservation d'un herbier ou d'une partie d'herbier, qui présente un intérêt écologique ou s'avère indispensable au maintient de l'équilibre biologique (Platini, 2000). Ces mesures de protection dépassent largement le contexte national, puisque Posidonia oceanica est protégée dans le cadre des conventions internationales, puisqu'elle figure dans les annexes de la Convention de Berne (Platini, 2000), dans la liste des espèces en danger ou menacées du Protocole relatif aux Aires Spécialement Protégées et à la Diversité Biologique en Méditerranée de la Convention de

[1] Branche de la toxicologie concernée par l'étude des effets toxiques, causés par des polluants naturels ou de synthèse, sur les constituants des écosystèmes, animaux (incluant l'homme), végétaux et microbiens, dans une approche intégrée.

Barcelone (Anonyme, 1998), ou dans l'annexe 1 de la Directive de l'Union Européenne du 21 mai 1992 (92/43/CEE) sur la conservation des habitats naturels et de la faune et la flore sauvage (dénommée "Directive Habitats"). Enfin, les herbiers marins sont pris en compte par l'Unesco, depuis la conférence de Rio en 1992. (Pergent G., Abiven T., Hauden S., Mimault B., Pasqualini V., Patrone J., Pergent-Martini C., 2004)

2.2. LE RESEAU DE SURVEILLANCE POSIDONIES

Le Réseau de Surveillance Posidonies, (RSP) a été crée pour répondre à la nécessité d'une surveillance de l'herbier de Posidonies à long terme de la partie supérieure de l'herbier (entre 0 et -10 m) et de sa partie inférieure (entre -20 et -35 m). L'objectif du Réseau de Surveillance Posidonies est de créer un outil fiable et durable au service des gestionnaires du milieu littoral.
Les méthodes d'investigation du RSP, constituent une référence en Méditerranée et servent en Italie, en Espagne et en Grèce.

2.2.1. Programmes et partenaires

Le RSP regroupe plusieurs partenaires. Ce sont des administrations, des services déconcentrées de l'Etat, des bureaux d'études, des associations ou des universitaires (scientifiques).
Le RSP a débuté en 1984 par la collaboration entre les administrations concernées par la gestion du littoral, les élus de la région PACA et les scientifiques.
Ce sont 33 sites qui sont ainsi surveillés avec succès depuis plus de 20 ans. Neuf sites sur les Bouches du Rhône- 16 sites dans le Var- 8 sites dans les Alpes-maritimes. Depuis 2002 la Corse est entrée dans ce réseau grâce à un partenariat entre l'Office de l'Environnement Corse, la DIREN et l'Agence de l'Eau RMC. Actuellement 10 sites de surveillance sont suivi et le réseau devrait comporter à terme 30 sites répartit sur tout le littoral Corse.

Financeur du projet	Maître d'oeuvre	Maître d'ouvrage	SIG
La région PACA	CQEL 13[2]	Le GIS Posidonies	
	CQEL 83[3]		
	CQEL 06[4]		
	DQECV[5]		

Tableau 1 Première phase du RSP (1984 à 1999)

Le GIS Posidonie : Association (loi de 1901), crée en 1982, regroupant les universitaires méditerranéens coordonne les réseaux de surveillance des herbiers, tant au niveau régional qu'au niveau local. Il est divisé en 3 centres respectivement basés à l'Université de Marseille

[2] CQEL 13 (DDE, services maritimes, cellule qualité des eaux du littoral dans les bouches du Rhône)

[3] CQEL 83 (DDE, services maritimes, cellule qualité des eaux du littoral dans le var)

[4] CQEL 06 (DDE, services maritimes, cellules qualité des eaux du littoral des Alpes Maritimes)

[5] DQECV (Conseil général des Alpes maritimes, Direction Qualité de l'environnement et du cadre de vie)

coordonnée par C-F BOUDOURESQUE, à l'Université de Nice coordonnée par A.MEINESZ et à l'Université de Corte coordonnée par C. PERGENT.

Financeur du projet	Maître d'oeuvre	Maître d'ouvrage	SIG
La région PACA	CQEL 13	Le GIS Posidonies	
Agence de l'eau RMC	CQEL 83		
	CQEL 06		
	DQECV		

Tableau 2 Deuxième phase du RSP (1999 à 2004)

Financeur du projet	Maître d'oeuvre	Maître d'ouvrage	SIG
La région PACA	CQEL 13	EOL[6]	CRIGE
Agence de l'eau RMC	CQEL 83		
	CQEL 06		
	DQECV		
OEC	DIREN Corse	GIS Posidonie Corse	

Tableau 3 Participant en 2004

Le CRIGE PACA: Centre Régional de l'Information Géographique
Il centralise les données et les mets à disposition sur le site du CRIGE[7]. Les données sont téléchargeables gratuitement et renseignent sur les 33 sites du réseau de surveillance PACA à partir de fichier .shape et de .document pdf.
EOL : Etude et Observatoire du Littoral. E.O.L se situe en amont des Bureaux d'Etudes dans une position d'assistance aux communes. C'est un observatoire pluridisciplinaire de la frange littorale "active", entre l'arrière-dune et la limite de la zone de mobilité des sédiments.[1]

OEC : Office de l'environnement Corse: EPIC Créé en 1992, l'OEC est au service de la Collectivité Territoriale de Corse pour la mise en valeur, la gestion, l'animation et la promotion du patrimoine de la Corse (protection et gestion des espaces et des équilibres naturels, des espèces végétales et animales, des milieux aquatiques et marins)

2.2.2. La liste des points du RSP

Le choix des sites respecte d'une part, la couverture géographique homogène entre les différents points de surveillance, et d'autre part, l'équité de la distribution entre les zones sensibles, les zones intermédiaires et les zones de références.
Les zones sensibles correspondent :
à des rejets en mer (rejet à la côte, émissaire court, émissaires à moyenne profondeur)
des débouché de rivières ou de vallons
des zones à forte occupation du linéaire de côte
des zones à hydrodynamisme modifié (restructuration du rivage, dépôts de dragage, décharges à la mer)
Les zones de références sont les zones dites d'herbier stable ou en progression.

---

[7] http://www.crige-paca.org/

2.2.2.1. En Région PACA

DEPARTEMENT	SITES DE SURVEILLANCE
Bouches-du-Rhône	**Martigues-Ponteau** (LI, 20 m), **Carry-le-Rouet** (LS 10 m, LI 30 m), **Marseille** (LS8.5 m, LI 26.5 m), **Cassis** (LS 10 m, LI 24 m), **La Ciotat** (LS 10.5 m, LI 33 m)
Var	**Le Brusc** (LS 4 m, LI 31 m), **Toulon-Cap Sicié** (LS 13 m, LS 12 m, LI 27.5 m), **Giens** (LS 6 m, LI 32 m), **Porquerolles** (LS 6 m), **Bormes** (LI 37.5 m), **Lavandou** (LS 14 m), **Baie de Cavalaire** (LS 6 m, LI 36 m), **Saint-Tropez** (LI 37 m), **Grimaud**, LS 2.5 m, LI 21 m), **Saint-Aygulf** (LI 18 m),
Alpes-Maritimes	**Théoule** (LI 13 m), **Cannes** (LS 6 m), **îles de Lerins** (LS 7 m), **Golfe-Juan** (LI 31m), **Antibes** (LI 20 m), **Villefranche/mer** (LS 8 m, LI 16 m), **Eze** (LI 32 m).

- ■ = Nouveaux sites (phase initiale en 1994 ou 1995)
- ■ LS : Limite Supérieure
- ■ LI : Limite Inférieure

2.2.2.2. En Corse

SITUATION ENVIRONNEMENTALE	SITES DE SURVEILLANCE
Herbiers de référence (Cap Corse et plaine orientale)	Limite supérieure : Sisco
	Limite supérieure : Biguglia Sud
	Limite inférieure : Cap Sagro
Herbiers soumis à un fort hydrodynamisme	Limite inférieure : Macinaggio
Herbiers soumis aux rejets d'un fleuve côtier	Limite supérieure : Fium'Orbu
Herbiers soumis à des aménagements littoraux	Limite supérieure : Campoloro
	Limite supérieure : Solenzara
Herbiers soumis à une grande agglomération	Limite inférieure : Toga
Herbiers soumis à l'action des chaluts	Limite inférieure : Bravone
Herbiers soumis aux rejets d'un émissaire urbain	Limite inférieure : Arinella

Futurs points proposés dans le cadre du RSP Corse

SITUATION ENVIRONNEMENTALE	SITES DE SURVEILLANCE



Herbiers de référence	Limite supérieure : Roccapina
	Limite inférieure : Les Lavezzi
	Limite inférieure : Secteur Est
	Limite inférieure : Valinco
Herbiers soumis à une ferme aquacole	Limite supérieure : Campomoro
	Limite inférieure : La Parata
Herbiers soumis à une grande agglomération	Limite supérieure : Golfe Porto-Vecchio
et installations portuaires	Limite inférieure : La Chiappa
Herbiers soumis au passage de câbles sous-marins	Limite supérieure : Cala di Sciumara
Herbiers soumis à une installation de Thalassothérapie	Limite supérieure : Porticcio

Voir annexe 1 : Tableau des retours sur les sites de surveillances
Voir annexe 6 : Les points de surveillance du RSP PACA.

2.2.3. Protocole de suivi

Le protocole décrit ci-dessous est le protocole suivi dans le cadre du RSP Corse. En règle générale ce protocole a été établi dans le cadre du RSP et est généralisé à tous les suivis entrant dans le programme du RSP.

La surveillance de la limite inférieure est réalisée par la mise en place de repères fixes sur le fond, au contact de l'herbier, selon la technique de Meinesz (1977*a*; Figure 7 &Figure 8). Les balises sont en béton à prise marine, de forme tronconique. Le diamètre moyen d'une balise est de 20 cm pour une hauteur de 13 cm, soit un poids moyen de 20 kg. Chaque balise est percée par trois trous, ce qui permet un ancrage sur le fond par trois tiges métalliques d'1 mètre de long et de 12 mm de diamètre.

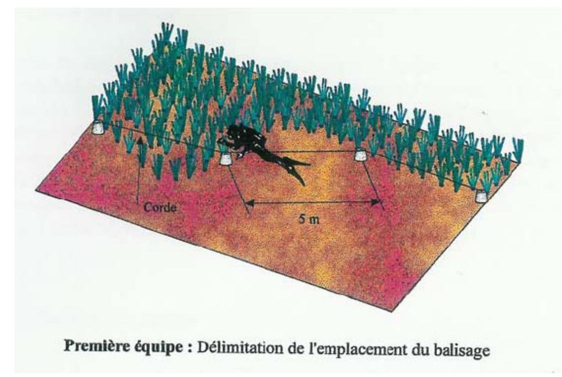




Figure 7 : Caractéristiques des balises utilisées en limite inférieure, mise en place par un plongeur (Charbonnel *et al.*, 2000).

Onze balises sont disposées, tous les cinq mètres, le long de la limite de l'herbier. Chaque balise est numérotée à l'aide d'une plaquette en PVC et munie d'un flotteur pour faciliter son repérage sur le fond (Figure 8). Des « piquets-photos » (tige métallique) sont positionnés, en aval de chaque balise, afin de garantir la reproductibilité des conditions de prises de vues au cours du temps. L'orientation des balises, les unes par rapport aux autres, de même que celle du piquet-photo par rapport à la balise sont relevées, à l'aide d'un compas, corrigé préalablement à terre. La précision de la mesure d'orientation est estimée à ± 5. L'ensemble de ces mesures permet de réaliser un plan côté précis au 1/100ème du balisage. En outre, ces orientations et distances permettent, lors des suivis ultérieurs des balisages, de remettre en place la ou les balises éventuellement déplacées par les ancres ou le

passage d'arts traînants. Des photographies de l'herbier, situé en arrière des balises, sont réalisées afin d'obtenir une image aussi précise que possible de cette limite.
Des observations quand à la profondeur moyenne de la limite et le type viennent compléter ce plan. La profondeur est mesurée au niveau de chaque balise, à l'aide d'un profondimètre électronique (Vyper, Sunto© - précision à ± 10 cm). La mesure s'effectue au pied de chaque balise. (Cette mesure permet de mettre en évidence d'éventuels mouvements sédimentaires).

2.3. LISTE ET DESCRIPTION DES PRINCIPAUX PARAMETRES MESUREES SUR LES HERBIERS DE POSIDONIES

Cette liste recense les principaux paramètres généralement mesurés sur les points de surveillance des herbiers de Posidonies. L'ensemble de ces mesures peut toutefois varier selon les programmes mis en place. Les paramètres décrits ci-dessous sont issus d'entretiens avec les différents partenaires du réseau, (principalement les scientifiques) ou de recherches bibliographiques (Cette liste est non exhaustive).

2.3.1. La Densité

C'est le nombre de faisceaux par unité de surface (Nombre de faisceaux/mètre carré).
La densité est calculée en règle générale au niveau de chacune des balises à partir de trois mesures successives à l'aide d'un quadrat déposé sur la couverture de l'herbier. Généralement ce quadrat est de 40 x 40 cm de coté et peut être ramené à 20 x 20 cm de coté pour mesurer les herbiers se présentant sous la forme de touffe. (PERGENT, PERGENT-MARTINI, BOUDOURESQUE, 1995).
Ou
La densité des faisceaux de feuilles, se mesure dans une bande de 10 m de large environ située en amont (au dessus) du balisage; la densité est mesurée dans un quadrat de 30 x 30 cm; 10 mesures sont faites au hasard; si l'herbier se présente sous forme de tâches, les mesures sont faites uniquement dans les tâches.
Ce paramètre reste constant tout au long de l'année et dépend peu de la période à laquelle il est réalisé même si la division foliaire se fait en automne ou au printemps
Ces mesures permettent de classer l'herbier en différents types, suivant sa densité (GIRAUD, 1977). Il faut tenir compte, bien évidemment, de l'hétérogénéité de l'herbier, pour que ces mesures trouvent leur valeur. (SINNASSAMY J. M., BERTRANDY M. C., BOUDOURESQUE C. F., FORET P., LECCIA M.EINESZ A., PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., RAGAZZI M., RICO V., 1991)

2.3.2. Le Recouvrement

Pourcentage de couverture du substrat par les frondaisons de _Posidonie Oceanica_ par rapport aux zones non couverte.
Il n'existe pas de méthode standardisée pour mesurer ce paramètre, bien que plusieurs méthodes aient été proposées (Cristiani, 1980 ; Romero-Martinengo, 1985 ; Francour *et al*., 1999). La méthode la plus employée repose sur une évaluation directe du recouvrement en plongée, en utilisant un pas de progression de 5 à 10 %, d'une surface donnée ou l'utilisation d'une paque en PVC transparente de 30 cm de côté, divisé en 9 carrés de 10 cm de côté, selon la méthodologie de GRAVEZ et Al (1995). Généralement l'observation se fait in situ à une certaines distance de l'herbier par les plongeurs. Ce paramètre peut être entaché d'imprécision notamment liées à: l'appréciation de

l'observateur (10 à 20 % d'erreur), et de la saison ou s'effectue la mesure (variation de la longueur des feuilles) . (PERGENT, PERGENT-MARTINI, BOUDOURESQUE, 1995)

2.3.3. Le Déchaussement

Le déchaussement est le calcul de la distance entre le point végétatif de la feuille et la surface du sédiment. En règle générale cinq mesures sont effectuées au niveau de chaque balise à l'aide d'un réglet gradué tous les 5 mm (EOL, 2004)

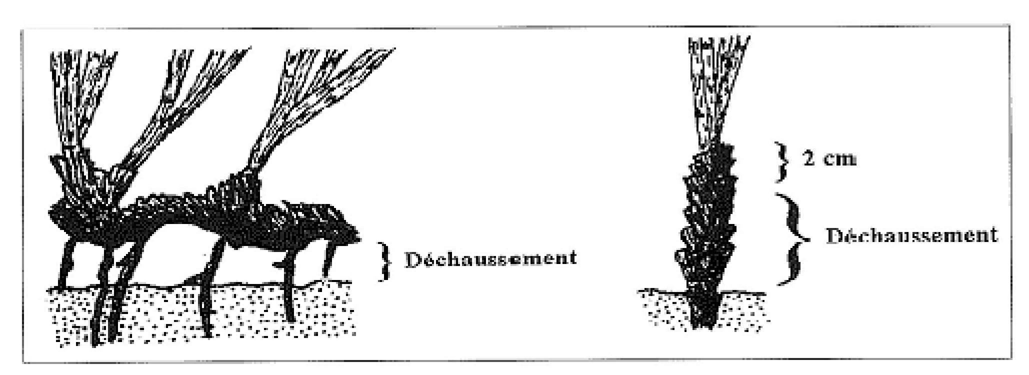


Figure 6 : Définition de la hauteur de déchaussement des rhizomes de Posidonia Oceanica (d'après Boudouresque et al. 1980)

Le déchaussement permet à l'herbier de lutter contre l'enfouissement lié à la sédimentation et aboutit à la construction de matte. Le déchaussement des rhizomes traduit un déficit sédimentaire dans l'herbier.
Ce paramètre est à utiliser avec précaution puisqu'il peut varier très rapidement en fonction des conditions météorologiques (Paramètre très lié aux données Lépidochronologiques) (PERGENT, PERGENT-MARTINI, BOUDOURESQUE, 1995)

2.3.4. Le pourcentage de rhizomes plagiotropes

Les faisceaux plagiotropes sont caractérisés par une croissance marquée dans le plan horizontal et parallèlement au substrat. Les axes plagiotropes sont les axes qui servent à la plante à coloniser le substrat. En limite d'herbier ou en bordure des tâches, la présence de nombreux rhizomes plagiotropes est un indice de vitalité de l'herbier. Inversement, un pourcentage élevé de rhizomes plagiotropes au sein même de l'herbier peut traduire une pression de mouillage élevée Le protocole de suivi n'a pas été retrouvé.

2.3.5. La limite inférieure

Outre sa position bathymétrique, on distingue :



*1.les limites progressives, caractérisées par la présence de rhizomes horizontaux disposés horizontalement par rapport au sens de la pente. L'herbier n'édifie pas de matte mais traduit une amélioration, au moins momentanée de la qualité des eaux.
*2.les limites brusques, caractérisées par la présence de rhizomes partiellement verticaux mais sans édification de matte. Pas de mattes mortes.
Elle correspondent souvent à la stabilisation des conditions du milieu. (transparence des eaux)
*3.les limites érosives, caractérisées par la présence de matte mortes Ce résultat résulte de fond qui érodent l'herbier et interdisent toute progression. L'hydrodynamisme semble donc être à l'origine de cette limite.
*4.les limites régressives, Présence de matte morte et de quelques faisceaux témoins en avant de cette limite. Elles traduisent ainsi une remonté de l'herbier. Ces limites traduisent ainsi une remontée de l'herbier, sont assez répandu et correspondent à une augmentation de la turbidité moyenne des eaux. (PERGENT, PERGENT-MARTINI, BOUDOURESQUE, 1995)

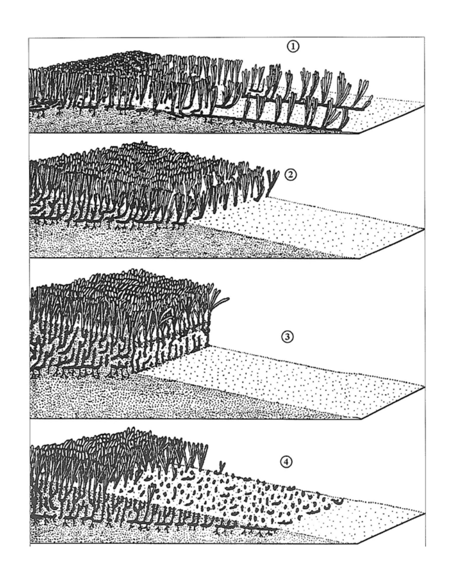


Figure 7 : Différents types de limites inférieures de l'herbier à *Posidonie Oceanica.*

(d'après MEINEZ et LAURENT, 1978, modifié par BOUDOURESQUE)

2.3.6. La profondeur

Calculé à partir d'un profondimètre électronique avec une précision de l'ordre de +/-10 cm.
Compte tenu de la marée en méditerranée, la précision est de l'ordre de +/-0.5 m. La profondeur est mesuré au niveau de chacunes des balises et une moyenne globale par site est calculé (EOL, 2004). Ce paramètre est généralement utilisé lors du balisage des limites et n'entre pas dans les caractéristiques de qualification des herbiers.

2.3.7. Mesures en laboratoire

Lors des missions de terrains, des mesures biométriques sont pratiqués en laboratoire à partir de prélèvements de faisceaux de posidonies,. Elles portent sur l'analyse phénologique et

lépidochronologique d'une dizaine de faisceaux orthotropes. et sur l'analyse granulomètrique et la teneur en matière organique du sédiment. (Ces deux derniers éléments ne seront pas développé dans ce rapport puisqu'ils ne sont pas retenu actuellement pour être stocké dans la base de données). A terme la base de données RSP pourra intégré ce type de données.
Du fait de la variabilité intrinsèque de *Posidonia oceanica,* il est nécessaire pour chaque prélèvement d'étudier un nombre suffisant de faisceaux foliaires (10 à 20) **(**Pergent G., Abiven T., Hauden S., Mimault B., Pasqualini V., Patrone J., Pergent-Martini C., 2004).
Les prélèvements se font en amont de deux ou trois balises. On prélève les rhizomes tous les 2 ou 3 mètres et on prélève le premier rhizome rencontré (GIS POSIDONIE Direction Départementale de l'Equipement 83, Service Maritime 13, Conseil Général 06 : janvier 2004).

Les mesures Lépidochronologiques : Quand les feuilles de *Posidonia oceanica* meurent, seul le limbe tombe. Le pétiole reste attaché sur le rhizome (écaille). L'épaisseur de ces écailles varie de façon cyclique en fonction de leur rang d'insertion sur le rhizome. Ces cycles ont une périodicité annuelle avec un maximum et un minimum d'épaisseur par an. Par analogie avec la dendrochronologie[8], l'étude de ces variations cycliques est appelée « lépidochronologie » (Boudouresque *et al.*, 1983).
La Lépidochronologie n'est pas été pris en compte dans la base de données dû à la complexité des données, Ces mesures n'ont pas encore de protocole de suivi bien défini.

Les mesures phénologiques : Par définition les faisceaux de posidonies sont des groupements de feuille (6 à 7 en général par faisceau) à nervures parallèles. La feuille adulte est pourvue d'un pétiole et d'une base engainante, les feuilles intermédiaires: sont sans pétiole et de longueur supérieure à 50 mm et les feuilles juvéniles sont sans pétiole et de longueur inférieure à 50 mm.
(cf : listes des champs du RSP Corse. Corrigé)

Les mesures de biométrie foliaire fournissent des renseignements sur la vitalité de l'herbier. Elles permettent de calculer différents champs notamment la surface foliaire et le coefficient A .

La surface foliaire (L.A.I./fais (cm²)) et le Leaf Area Index (LAI/m² (m²)) apportent des renseignements quand à la vitalité de la plante. Par exemple dans des secteurs très oligotrophes [9]les valeurs relevées sont très faibles (Sardaigne in Rico & Pergent, 1990 et Pergent-Martini & Pergent, 1991). Inversement, si ponctuellement l'apport en nutriments est trop important, on assiste à une compétition entre *Posidonia oceanica* et ses épiphytes[10]qui conduit généralement à une diminution de la surface foliaire par faisceau (Pergent G., Abiven T., Hauden S., Mimault B., Pasqualini V., Patrone J., Pergent-Martini C., 2004).
Le Coefficient A est en mesure de nous informer sur la pression exercée par les herbivores sur le milieu, car les marques de broutage laissées sur les feuilles par certains d'entre-eux (le poisson *Sarpa salpa* ou l'oursin *Paracentrotus lfvldus)* sont caractéristiques (Boudouresque & Meinesz, 1982).

[8] La dendrochronologie est une technique qui permet de dater avec une grande précision les sites archéologiques qui contiennent du bois. Elle se prête particulièrement à la datation des pièces de bois issues de fouilles sous-marines
[9] Eaux pauvres en substances nutritives
[10] Organismes fixés sur la plante

Ifremer



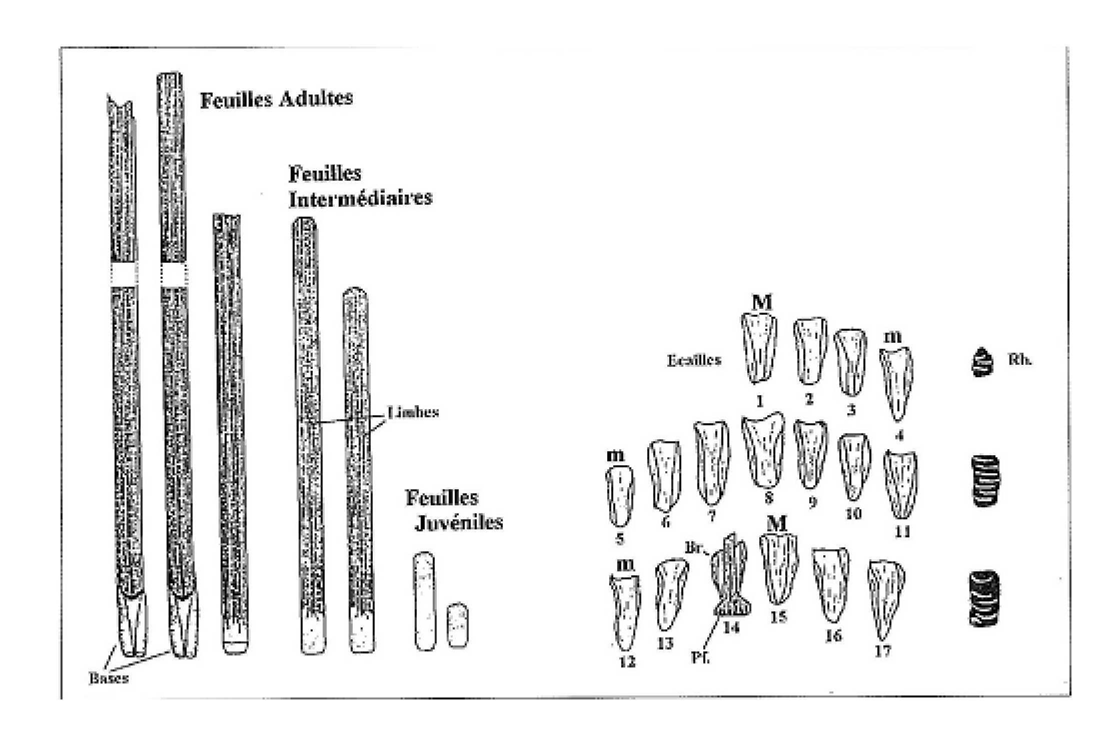


Figure 8 : Méthode de dissection des faisceaux et rhizomes de _Posidonia oceanica_ pour l'étude lépidochronologique. M = maximuM d'épaisseur. m =minimum d'épaisseur Rh = rhizome,

Br = bractée, Pf= pédoncule floral. Le rang des écailles est indiqué.

La difficulté principale, liée à l'utilisation de ces paramètres, réside dans le fait qu'ils montrent des variations saisonnières très marquées et qu'ils doivent être mesurés au cours d'un cycle annuel, ou comparés à des prélèvements effectués à la même période de l'année.
(PERGENT, PERGENT-MARTINI, BOUDOURESQUE, 1995)

2.3.8. Autres paramètres

La limite supérieure : Le suivi de la limite supérieure permet d'apprécier et de quantifier les nuisances dû aux activités humaines (aménagements, rejets d'eaux usées, ancrages).
La surveillance est réalisée en limite supérieure par des prises de vues aériennes, selon un protocole standardisé (LEFEVRE et al, 1984 ; SINNASSAMY et al., 1991) : altitude, objectif, heure, angle, résolution, contraste, etc. A partir de ces clichés, un traitement par orthophotoplan permet le redressement des photographies pour corriger les déformations dues aux erreurs de parallaxe. Ce traitement permet la superposition des photographies sur le fond de carte ainsi que la comparaison des jeux de photographies successives. L'objectif n'est pas de cartographier in extenso la zone photographiée, mais de repérer de façon très précise certaines structures remarquables susceptibles d'évoluer. Des vérités terrain permettent ensuite de sélectionner et de préciser les limites de ces structures remarquables (herbier à _Posidonia oceanica_, matte morte de _P. oceanica_, tombants de mattes, intermattes, sable, roche, etc,).
(ref : GIS POSIDONIE,Service Maritime 13, Direction Départementale de l'Equipement 83 , Conseil Général 06, 2003)

Des mesures sur la contamination chimique (analyse des métaux). Elles portent sur les tissus foliaires (limbe, feuille adultes, feuille intermédiaire)
Ces mesures n’ont pas été encore bien définires et il n’existe pas encore de protocole standardisé dans le cadre du RSP.

3. LES ENJEUX

3.1. LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU

3.1.1. Les enjeux de la DCE

La directive 2000/60 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, dite directive cadre sur l'eau (DCE), a été adoptée le 23 octobre 2000. Texte majeur qui engage les pays de l'Union Européenne dans un objectif de reconquête de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques. Son ambition : les milieux aquatiques (cours d'eau, plans d'eau, lacs, eaux souterraines, eaux littorales et intermédiaires) doivent être en bon état écologique d'ici à 2015 La région PACA travail à l'échelle des "districts hydrographiques", en l'occurrence le district Rhône et côtiers méditerranéens et le district Corse
La DCE fixe comme principales échéances, dans chacun de ces districts hydrographiques, l'élaboration :

- d'un état des lieux d'ici fin 2004.
- d'un plan de gestion d'ici 2009, qui fixera notamment les objectifs à atteindre pour 2015. En France, le plan de gestion consistera en une modification du SDAGE (schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux).
- d'un programme de mesures à définir d'ici 2009.

Objectif	Caractéristiques majeures
Une obligation de "bon état écologique" de toutes les eaux en 2015 pour les états membres de l'Union Européenne.	Une gestion de l'eau par districts (= un ou plusieurs bassins hydrographiques)
	Des plans de gestion et des programmes de mesures (de protection, utilisation, restauration...)
	Des programmes de contrôle (de surveillance, opérationnel, d'enquête)
	Une évaluation économique
	Transparence vis-à-vis du public

Tableau 4 :*DCE : Principales caractéristiques*

3.1.2. L'herbier de Posidonies pris en compte dans le cadre de la DCE en tant qu' «élément de qualité biologique »

Du fait de l'importance des herbiers de Posidonies en Méditerranée et des nombreuses études dont ils ont fait l'objet, c'est tout naturellement qu'ils ont été retenus comme l'un des éléments



de qualité biologique, ils sont à même de renseigner sur le bon état écologique des masses d'eau côtière[11] et plus particulièrement sur le substrat meuble.
L'adoption de la DCE a donc renforcé la nécessité d'une surveillance des herbiers de Posidonies.
La DCE préconise d'utiliser des bioindicateurs et l'extraction d'un indice globale capable de caractériser l'état général des masses d'eau.

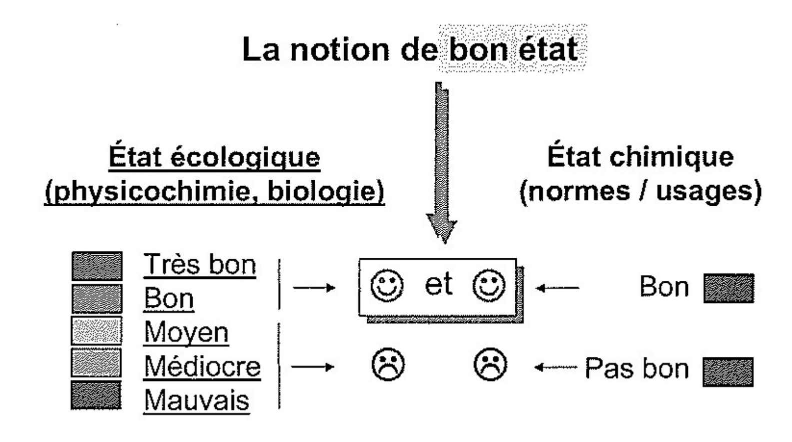


Figure 9 : Définition de la notion de bon état au sens de la DCE

Dans le cadre du suivi des herbiers de Posidonies l'indice sera établi à partir de plusieurs paramètres dont certains sont d'ores et déjà utilisés pour appréhender la vitalité d'un herbier. Ils devront avoir des temps de réponses relativement faibles. ce qui permet d'envisager leur utilisation au titre du contrôle de surveillance de la DCE. Correctement renseignés, ils permettront d'identifier une réponse de l'herbier suite à une modification des conditions environnementales.

Les mesures sur les herbiers de Posidonies se feront sur la « limite des 15 m ». Les limites supérieures et inférieures ne seront pas pris en compte. Cette limite correspond à la profondeur du prélèvement. On parlera plus d'un niveau de mesure ou niveau de référence puisqu'il est utilisé par d'autres réseaux.

Le pourcentage dans l'utilisation des paramètres mesurés sur l'herbier au niveau Européen, réponse de 25 institutions de recherches est indiqué ci-dessous.

[11] Masse Eau Côtière : La maille d'analyse de la DCE est la masse d'eau. Une masse d'eau est un tronçon de cours d'eau, ou un lac, un étang, une portion d'eaux côtières, tout ou partie d'un ou plusieurs aquifères, d'une taille suffisante qui prend en compte des caractéristiques biologiques et physico-chimiques homogènes.

Limite supérieure : 80 %
Critères mesurés : Profondeur, position géographique, type
Méthode disponible : transect, photographie aérienne, balisage (1, 2, 3, 4; voir aussi §15)

Densité : 88 %
Méthode : Comptage sur une surface fixe et délimitée (22, 23, 24, voir aussi §15)

Recouvrement : 50 %
Méthode : Observation visuelle d'une surface délimitée ou non de 1 à 25 m² (8, 25, voir aussi §15)

Couverture épiphytique : 76 %
Critères mesurés : biomasse, diversité
Méthode : dénombrement, identification (5, 6, 7, 8)

Limite inférieure : 88 %
Critères mesurés : Profondeur, position géographique, type
Méthode : balisage, photographie *in situ*, sonar à balayage latéral 26, 27, (voir aussi §15)

Structure des faisceaux : 72 %
Critères mesurés : type, nombre, taille des feuilles, surface foliaire, Coefficient A, biomasse, présence de nécrose
Méthode : 9, 10, 11, 12, voir aussi §15

Populations associées à l'herbier : 60 %
Critères mesurés : Faune, flore, diversité biologique
Méthode : 8, 28, 29, 30

Structure de la matte : 72 %
Critères mesurés : Présence de chenaux d'intermatte, tombants de matte morte, déchaussement, envasement, biodiversité de l'endofaune, homogénéité, épaisseur, résistance et compacité de la matte, % rhizomes plagiotropes, composition physico-chimique
Méthode : 13, 14, 15, 16

Composition chimique et biochimique : 28 %
Critères mesurés : composition élémentaire (C,N, P), biochimie (glucide, protide, lipide), composés phénoliques, enzymes de stress
Méthode : 12, 31, 32, 33, 34

Contamination : 24 %
Critères mesurés : métaux, radioéléments
Méthode : ICPS, spectrophotomètrie (12, 25)

Mesures de datation : 60 %
Critères mesurés : Lépidochronologie, plastochrome intervalle, nombre de feuilles annuel, vitesse de croissance, paléo-floraisons, production primaire
Méthode : 17, 18, 19, 20, 21, voir aussi §15

Figure 10: Paramètres utilisés pour appréhender l'état de santé d'un herbier à Posidonia oceanica et pourcentage d'utilisation (réponses de 25 institutions de recherche), critères mesurés et méthodes d'acquisition.

1) Lefevre et a/., 1984 ; 2) Pasqualini et al., 1997 ; 3) Mc Kenzie et al., 2003 ; 4) Pasqualini et al., 2005 ; 5) Balduzzi et al., 1981 ; 6) Cinelli et a1., 1984 ; 7) Morri, 1991 ; 8) Buia et al., 2003 ; 9) Giraud, 1977 ; 10) Girailld, 1979 ; 11) Drew & Jupp, 1976 ; 12) Romero et al., 2005 ; 13) Blanc, 1956 ; 14) Clairefond et Jettdy De Grissac, 1979 ; 15) Willsie, 1987 ; 16) Pergent et al., 1995 ; 17) Pergent, 1990 ; 18) Duarte, 1991 ; 19) Cebrian et al., 1994 ; 20) Mateo et al., 1997 ; 21) Pergent et al., 1989 ; 22) Panayotidis et al., 1981 ; 23) Romero, 1986 ; 24) Duarte & Kirkman, 2003 : 25) PergentMartini et al., 1999 ; 26) Ramos-Martos & Ramos-Espla, 1989 ; 27) Pasqualini et a1., 2000 ; 28) BlancVemet, 1984 ; 29) Russo & Vinci, 1991 ; 30) Harmelin-Vivien & Francour, 1992 ; 31) Hamoutene et al., 1995 ; 32) Ferrat et a1., 2002 ; 33) Mateo & Sabaté, 1993 ; 34) Gobert et al., 1995

Trois paramètres ont été sélectionnés en ce sens lors de la réunion d'Ispra (WFD, MED-GIG, Février 2005) :

- **La densité**
- **Le recouvrement**
- **La surface foliaire par faisceau, qui intègre l'ensemble des variables phénologiques**

La DCE introduit un nouveau niveau de mesure. On parle de limite des 15 m. Ce niveau de profondeur est un niveau de référence utilisé dans le cadre d'autres réseaux et permet ainsi de normaliser l'ensemble des données.

Une proposition de classes d'états est indiqué ci-dessous (P.Boissery septembre 2004)

Proposition de classes d'état

Herbier en très bon état	81 à 100
Herbier en bon état	61 à 80
Herbier atteint	41 à 60
Herbier dégradé	21 à 40
Herbier très dégradé	0 à 20

Figure 11 ; Classes d'états pour la DCE

3.2. QUADRIGE ET QUADRIGE²

3.2.1. Présentation de Quadrige

Quadrige est la base de donnée nationale sur les réseaux de surveillance de la qualité des eaux du littoral. Quadrige constitue un élément du système d'information sur l'eau (SIE), et à ce titre, contribue aux travaux du Secrétariat d'Administration National des Données Relatives à l'Eau (SANDRE). Cette base est nationale et comprend, notamment les réseaux nationaux mise en œuvre par l'Ifremer:

REMI : Réseau de surveillance microbiologique et bactériologique du milieu marin.
REPHY : Réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines.
RNO : Réseau national d'observation de la qualité du milieu.
IGA : Impact des grands aménagements. Suivi écologique de l'impact thermique des centres de productions nucléaires d'électricités installées sur le littoral.

Les premières données datent de 1974 pour la qualité générale et les contaminants, 1987 pour le phytoplancton et les phyco-toxines, 1987 pour la microbiologie.

Les laboratoires côtiers saisissent leurs données et suite à une validation sur leur qualité en autorisent l'accès. Il y a aujourd'hui près d'une vingtaine de sites en France, laboratoires côtiers Ifremer et partenaires, qui ont la possibilité de se connecter à Quadrige et de mettre à jour la base suivant les droits qui leur ont été attribués. Ceci représente, potentiellement, 200 utilisateurs (HUGUET Antoine, 2004)

Trois outils distincts ont été développés. Ils s'adressent à des publics différents :
- un outil de saisie pure pour les profils amenés à faire de la mise à jour,
- un outil de gestion des tables de référence normalement dédié à l'administration,

un outil dédié à l'extraction disponible pour tous. Cet outil d'extraction est unanimement reconnu comme puissant et complet. Il permet des requêtes multicritères puissantes et un choix très large pour le contenu des extractions.

A ce jour, la base de données atteint un volume de plus de 2 millions de résultats. Au fur et à mesure, cette banque de données est complétée et enrichie par des saisies quasiment quotidiennes pour les programmes déjà bancarisés. (HUGUET Antoine, 2004)

3.2.2. La refonte de Quadrige en Quadrige²

Un vaste projet de refonte de la base Quadrige (Quadrige²) a récemment été programmé par l'Ifremer. Il débute à partir de mars 2004 et se poursuivra jusqu'en 2007 .
Le responsable du projet est Antoine HUGUET, chef de projet au centre Ifremer de Nantes (Département DYNamique de l'Environnement Côtier, au service Valorisation de l'Information pour la Gestion Intégrée et la Surveillance)

Quadrige² doit répondre aux engagements européens, en particulier dans le cadre de la directive Cadre sur Eau (DCE) ou au niveau sanitaire dans le cadre de règlement en matière de contrôle sanitaire effectué dans les zones de production conchylicoles.
Parmi les nouvelles fonctionnalités attendues de Quadrige 2, on peut citer :

- l'ouverture à de nouveaux réseaux de surveillance (REBENT, REMORA, MOREST, REPER, RSL…)
- la prise en compte des données spatialisées et de fonctionnalités cartographiques
- La diffusion des données et de produits de valorisation auprès du grand public.
- Les échanges de données qualifiées entre partenaires nationaux.

La refonte reprend l'ensemble des éléments de Quadrige, que ce soit l'aspect base de données ou les aspects applicatifs[12] Il s'agit:

- de reprendre le modèle de données en y intégrant de nouveaux éléments, en modifiant ceux existant pour les adapter à de nouveaux besoins et, enfin, en s'intégrant de manière la plus intime au système d'information global de l'Ifremer (LDAP, gestion des missions, SEXTANT, référentiels divers),
- de reprendre l'ensemble des applicatifs pour y intégrer, notamment, des fonctionnalités cartographiques pour l'extraction/visualisation (HUGUET Antoine, 2004).

3.2.3. Les données gérées par Quadrige²

Quadrige gère trois grands types de données :

1. des données de référence liées à
   - l'ensemble du système d'informations de l'Ifremer (géographie administrative – organisation - taxons).
   - un référentiel propre à Quadrige (paramètre – point de prélèvement – unités de mesure – engin …).

2. des données relatives aux programmes et stratégies participant à l'organisation des programmes de la surveillance,

[12] Applicatifs développé pour la consultation, la saisie et l'extraction des données.

3.2.4. La base Posidonie et Quadrige²

Quadrige² devrait à terme intégrer de nouvelles données issues d'autres réseaux de surveillance notamment ceux mis en œuvre dans le cadre de la DCE. Pour cela et pour faciliter les transferts de données entre les deux bases (automatisation ?), la nouvelle base de données doit être en partie modélisée en suivant « l'artère » principale de Quadrige (voir Figure 12: Schéma de comparaison entre les données gérées par la base RSP et Quadrige)

L'objectif (à terme) de stockage des données DCE concernant la qualité de l'herbier dans Quadrige² a incité la modélisation à suivre l'architecture de Quadrige. Les principales tables de Quadrige sont retrouvées dans le modèle de la base. Seules les tables ECHANTILLON, RESULTAT_DENOMBREMENT et TAXONS n'y figurent pas. En effet pour les prélèvements il n'y a pas d'échantillonnage sur la partie du prélèvement. D'autre part il n'y a pas non plus de résultat de dénombrement sur les prélèvements (Ex: Comptage du phytoplancton dans le cadre du REPHY qui aboutit à des concentrations d'espèces). Pour la table TAXON la notion d'espèces (Taxons) n'est pas prise en compte. A terme d'autres paramètres comme le prélèvement de sédiment ou la mesure sur les Epiphytes pourront intégrer cette notion d'échantillon ou de dénombrement.

La table RESULTAT_BIOM n'est pas dans la base de données Quadrige: ces données auraient pu être stockées dans la même table, en l'occurrence la table RESULTAT. Dans ce cas le paramètre aurait été « mesures sur les feuilles », la méthode, la « biométrie foliaire » et l'unité « mm » etc) L'ajout de cette table a été nécessaire pour faciliter la saisie et l'extraction des données sur la biométrie foliaire à partir des fichiers Excel. Ces données stockées dans des tableaux peuvent être facilement intégrées à la base par un simple copier-coller. L'extraction se basant uniquement sur cette table est aussi plus simple et le résultat de la requête peut être coller dans les tableaux Excel pour obtenir la surface foliaire. Cette table ne répond pas vraiment à l'architecture de Quadrige.

POSITION POINT

REGION-SITE-BASSIN
ZONES HOMOGENES
MASSES D'EAU DCE

STRATEGIE

STRATEGIE SPATIAL
STRATEGIE TEMPORELLE
DATE PERSONNE PROGRAMME
POINT

PARAMETRE

PARAMETRE
METHODE
SUPPORT

POINT
DATE
PROGRAMME
STATION
ENGIN
TYPE_LIMITE
PRELEVEMENT
RESULTAT
RESULTAT_BIOMETRIE FOLIAIRE
PARAMETRE
METHODE

Schéma de données gérées par la base RSP

POINT
DATE
PROGRAMME
STATION
CAMPAGNE
RESULTATS STAT^{N} PREL^{T}
ENGIN
NIVEAU
PRELEVEMENT
SUPPORT D'ANNALYSE
ECHANTILLON
FRACTION ANALYSEE
RESULTAT DENOMBREMENTS
RESULTAT ANALYSE
TAXON
PARAMETRE
METHODE

POSITION POINT
SITE - BASSIN HYDRO
REGION
DEPARTEMENT

STRATEGIE
STRATEGIE
PROGRAMME
POINT
DATE
INTERVENANT

TAXON
NIVEAU TAXON

PARAMETRE
PARAMETRE
METHODE
SUPPORT

Schéma de données gérées par Quadrige

Figure 12: Schéma de comparaison entre les données gérées par la base RSP et Quadrige



3.3. LE PROJET REBENT EN MEDITERRANEE

3.3.1. Présentation

Le projet REBENT a pour vocation nationale l'observation des biocénoses marines côtières. Il doit répondre aux besoins de connaissance et de suivi du milieu marin. Les demandes justifiants sa mise en place sont:

- l'application de la directive européenne «Habitats» qui porte sur la réalisation de cartes des habitats et sur la définition de leurs indicateurs de suivi.

- l'application de la directive cadre «Eau» qui, prenant en compte la composition et l'abondance de la flore et de la faune benthique, cherche à évaluer l'état écologique d'une Masse d'Eau.

- la mise en place de plans d'urgence et l'évaluation de l'impact en cas de pollution accidentelle

La connaissance du domaine benthique (inventaire des espèces et des biocénoses à forte valeur écologique), et la surveillance de son évolution à moyen et long terme. doit également permettre de mieux comprendre la réponse des écosystèmes aux différents types de pressions : pollutions accidentelles (l'accident de l'Erika a motivé la création du REBENT) ou chroniques, changements climatiques, introductions d'espèces, activités anthropiques…, et de produire des modèles écologiques.
Le projet mis en œuvre par l'Ifremer est aujourd'hui en pleine phase opérationnelle en Bretagne. Il en est au stade d'avant projet en Manche-Est, en Gascogne et en Méditerranée).
A terme, une fois l'architecture « nationale » du réseau élaborée, les données produites sur les différentes façades pourront faire l'objet d'analyses et de comparaisons, afin notamment d'identifier des tendances évolutives locales ou globales des biocénoses. Il doit permettre de fournir des données standardisées comparables entre les différentes façades métropolitaines.

En Bretagne l'architecture du réseau est conçue selon trois approches emboîtées, avec un niveau de précision croissant. **Une approche zonale générale** permettant d'offrir un minimum d'information homogène en tout point et une vision synthétique, **une approche sectorielle** réalisée sur des sites de tailles restreinte, **une approche stationnelle** permettant de recueillir des données, selon des protocoles standardisés, sur des points de référence appartenant à des habitats et des peuplements prioritaires

3.3.2. Le RSP et le projet REBENT en Méditerranée

L'objectif du projet REBENT en Méditerranée consiste principalement à fédérer les travaux concernant l'étude des biocénoses littorales sur l'ensemble de la façade méditerranéenne (régions Corse, PACA et Languedoc Roussillon).

Le réseau benthique Méditerranée, dont l'A.P.S. (Avant Projet Sommaire) est en cours de rédaction, se positionne comme :



- un réseau thématique rassemblant l'ensemble de la communauté scientifique concernée, une plate-forme de communication, en vue de mutualiser l'information existante, un cadre de normalisation pour la cartographie des biocénoses benthiques et incluant notamment la bancarisation des données.

- un outil permettant de déterminer des états de référence et de fédérer un système de suivi des évolutions.

La base de données posidonies doit alors se positionner comme un outil de stockage, d'exploitation et de valorisation des données pouvant répondre à la démarche du projet REBENT.

4. METHODOLOGIE APPLIQUE AU PROJET (CONDUITE DE PROJET)[13]

4.1. PROJET ET METHODE DE CONDUITE DE PROJET

Avant toute modélisation il a fallu définir une méthode de travail et appliquer une méthode de conduite de projet. Le but est d'établir et de suivre une démarche planifié pour mener à terme le projet. « un *projet* petit ou grand, nécessite de la *méthode* pour sa mise en œuvre »[14]
Un projet est un ensemble d'actions à entreprendre afin de répondre à un besoin défini dans des délais fixés (action temporaire avec un début et une fin, mobilisant des ressources identifiées (humaines et matérielles) durant sa réalisation). Il devient donc nécessaire avant tout démarrage du projet de le planifier. On appelle «livrables» les résultats attendus du projet.

La difficulté dans la conduite du projet réside en grande partie dans la multiplicité des acteurs qu'il mobilise. En effet, contrairement aux projets personnels ou aux projets internes à faible envergure pour lesquels le besoin et la réponse à ce besoin peuvent être réalisés par la même personne ou par un nombre limité d'intervenants, dans un projet au sens professionnel du terme, l'expression du besoin et la satisfaction de ce besoin sont portés par des acteurs généralement distincts. [15] De cette manière, il est nécessaire de s'assurer tout au long du projet, que le produit en cours de réalisation correspond clairement aux attentes du «client».

La base de données du Réseau de Surveillance Posidonie a été établie à la demande de plusieurs partenaires et les données à stocker dans la base peuvent provenir de différents « producteurs de données » . Pour prendre en compte tous les paramètres de ce projet il a donc été nécessaire d'établir un plan de travail pour mener le à terme.

La modélisation de la base a nécessité deux phases établies en règle générale dans le cadre d'une conduite de projet: La phase initiale (ou exploratoire) et la phase de synthèse.

4.1.1. La phase initiale (ou exploratoire)

4.1.1.1. Préparation du projet

Les éléments ont été classés par ordre chronologique d'avancement du projet.:

- faire connaissance avec les intervenants (Organismes gestionnaires, associations, scientifiques et tous les participants au programme). Faire un inventaire des différents partenaires, définir les rôles et les personnes à rencontrer.

- faire un historique du réseau et une synthèse de l'état actuel.

- prendre connaissance et faire une analyse approfondie des enjeux principaux dans lesquels la base de données RSP peut jouer un rôle (SDDE, DCE, REBENT, Quadrige[2]). Prendre connaissance avec l'architecture des données Quadrige, faire un inventaire

[14] Extrait du cours 'MASTER II SIG et Gestion de l'Espace', J.P. SABATIER
[15] http://www.commentcamarche.net/projet/projetintro.php3

détaillé des axes de refonte de la base de données. Examiner les principaux enjeux de la DCE.et du projet REBENT en méditerranée.

- Etablir le lien entre le RSP et les différents enjeux ci-dessous

4.1.1.2. Rencontre avec les différents partenaires et analyse de l'existant

- Analyse de l'existant :

Faire un inventaire des données existantes.
Décrire le type de données, la qualité des données et la nature des documents rencontrés.

- Analyse des besoins :

Inventaire et qualification des besoins. Détermination des produits en sorties. Qu'attendent t'ils de la base de données ?. (A qui va servir le projet ? Mesure de l'intérêt que représente la base pour chaque partenaire).

- Analyse des enjeux : rencontre avec les principaux gestionnaires, administrateurs, chef de projet et informaticiens liés au projet pour déterminer leurs objectifs et pour établir la mise en œuvre du projet.. 'A quoi va servir la base ? Comment va elle être utilisé ?

- Discussion sur l'inventaire des points flous rencontré lors de la phase initiale.

4.1.2. La phase de synthèse

Faire une synthèse

- De l'ensemble des entretiens.
- De l'ensemble des données récupérées (listing des paramètres mesurés et des champs pouvant entrer dans la base).
- Détaillée des principaux enjeux (DCE, Quadrige[2]) en prenant en compte les remarques des partenaires.

Etablir

- Une comparaison entre les données issues des différents « fournisseurs de données ».
- Une hiérarchisation des besoins.
- Une correspondance entre les données récupérées, les besoins exprimés par chaque partenaire et les enjeux pour obtenir une cohérence de la base de données.

Définir

- Les champs retenu pouvant entrer dans la base de données (en accord avec les partenaires).
- Les produits de sortie (pour répondre aux enjeux)
- L'interaction avec le Système d'Information Géographique pour une exploitation cartographique des données issues de la base (Création d'une géodatabase personnelle ou projets indépendants ?, comment construire un projet SIG pour une exploitation fiable des données)

Concevoir

- Le Modèle Conceptuel de Donnée (MCD) et du Modèle Physique de Donnée (MPD).
- L'interface de saisie sous Access
- Les requêtes (ces requêtes doivent être compatible avec la base et fournir des éléments percutants sur le suivi des herbiers)
- Vérifier si le modèle répond bien aux objectifs fixés. Tester l'opérabilité du modèle avec un jeu de données (Interface de saisie, requêtes…).
- Le lien cartographique entre la base de donnée et le SIG.

Implémenter : la base de données avec l'ensemble des données disponibles.
Etablir : des cartes d'informations représentatives des données terrains.

4.1.3. Ordre chronologique et schéma d'organisation

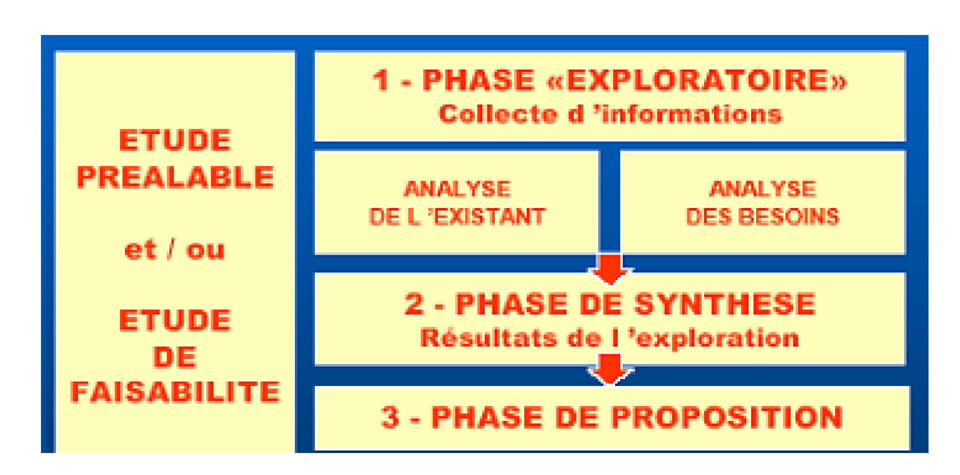


Figure 13 Schéma d'organisation de la conduite de projet

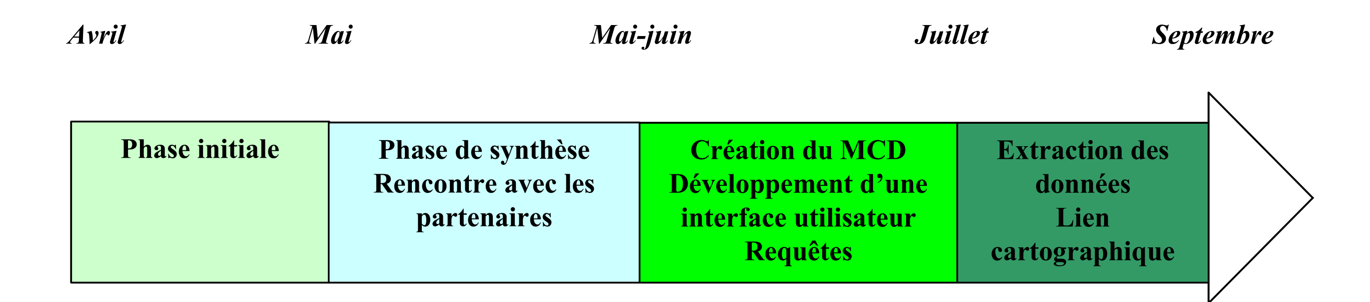


Figure 14 Différentes phase dans la création de la base




Date	Organisme	Avancement du projet	Lieu	PERSONNE
06 et 7/04/2005	GIS Posidonie Corse	Récupération des données numérisées, des données papiers et rapports de synthèse. Prise de connaissance avec la méthodologie de surveillance des herbiers établis dans le cadre du Réseau de Surveillance Posidonie	Université de Corte Corse	Mme Christine PERGENTMARTINI
10/05/2005	Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse	Validation des attentes de la DCE envers la base de données RSP pour répondre à la caractérisation des masses d'eau côtière (Définition des descripteurs)	Centre Ifremer de Toulon/ La Seyne	Mr Pierre BOISSERY
22/04/2005	Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur.	Récupération de données sur supports papiers (Rapport de Synthèse), présentation de l'aspect administratif et organisationnel du RSP et renseignements sur les différentes personnes à rencontrer	HOTEL de Région. Région PACA Marseille	Mme Valérie RAIMONDINO
1/06/2005	Ifremer Quadrige 2	Présentation PPT de la refonte de Quadrige. Discussion sur l'organisation de la base RSP et des paramètres pouvant être pris en compte dans Quadrige². Nouveau rendez-vous fixé pour une correction du modèle conceptuel de données RSP et une présentation de l'interface utilisateur de Quadrige².	Centre Ifremer de Toulon/La Seyne sur mer.	Mr Antoine HUGUET (Chef de Projet Quadrige 2°)
16 et 17/06/2005	Ifremer Brest	Présentation PPT du modèle de base de données RSP. (version initiale). Présence des acteurs du REBENT Bretagne. Comparaison entre les bases de données RSP, Quadrige² et MARBEN 2.0. et correction du modèle de base de données.	Centre Ifremer de NANTES	Mme Claire ROLLET, Mr Antoine HUGUET, Mme Emilie GAUTHIER
16 et 17/07/2005	Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur	Programme Interreg III B Posidonia , Participation au séminaire d'ouverture sur la « Mise en cohérence, le développement, l'harmonisation et la validation de méthodes d'évaluation de la qualité du milieu littoral par le suivi de l'herbier de *Posidonia oceanica* »	HOTEL de Région. Région PACA Marseille	Trois régions méditerranéennes : Catalogne, PACA, et Ligurie

Tableau 5 : Chronologie des principaux évènements





LA BASE DE DONNEES DE SURVEILLANCE DE L'HERBIER DE POSIDONIES

LA MODELISATION
L'INTERFACE UTILISATEUR
ORGANISATION ET ORDRE DE SAISIE
L'EXTRACTION DES DONNEES
PRINCIPE ET FONCTIONNEMENT DU MODELE

Mots clés :
Modèle conceptuel de données
Tables et relations
Stockage des données
Système d'information

5. LA BASE DE DONNEES POSIDONIES

La base de données RSP a été créée pour répondre aux besoins des gestionnaires et scientifiques en terme de gestion des données sur l'herbier de Posidonies issues d'une part du programme RPS, et d'autre part des anciens programmes de recherche, thèses, etc.… dont les données n'étaient pas numérisées.
La base permet de stocker les principales données brutes recueillis sur le terrain et prisent en compte dans le cadre de la DCE (voir La Directive cadre sur l'eau) ainsi que d'autres données tels que le recouvrement, le déchaussement,…. Utilisé dans le cadre du RSP.
Elle a été développé de manière à ce que les utilisateurs puissent avoir un outils simple de saisie de leurs données de terrain par l'intermédiaire d'une interface de saisie. La base de données est simplement protégé par un mot de passe. Il sera possible par la suite de définir des administrateurs et des utilisateurs selon les droits accordés aux différentes personnes. Il sera donc nécessaire d'établir une liste de personne ayant des droits d'administrations et de définir de façon précise le lieu de stockage de la base (par exemple sur serveur ou sur un poste de travail).

La suite de ce document explique la méthodologie employée pour la modélisation et décrit de façon détaillés l'architecture générale de la base (liste des tables et des relations de la base)

5.1. L'ARCHITECTURE DE LA BASE

5.1.1. La modélisation

Le modèle de base de données suit les deux principaux enjeux pris en compte dans le cadre de cette étude.
Les critères retenus dans le cadre de la DCE sont ceux stockés en priorité dans la base de données et l'architecture est réalisé en suivant le modèle de la base de données Quadrige [2].

La base de donnée laisse la possibilité aux différents administrateurs de modifier les paramètres (paramétrage de nouvelles requêtes, modification ou création des formulaires de saisie et des champs présents dans la tables), selon les évolutions envisagées (concernant la DCE) ou selon les besoins envisagées.
D'un autre côté l'architecture générale, elle, reste figée à l'image de Quadrige. En effet si la base de données doit subir une modification dans sa structure, c'est-à-dire au niveau des tables ou des relations (essentiellement pour les tables de références[16]) alors elle devra être modifiée de manière adaptée pour ne pas qu'elle perde de sa valeur et l'information qu'elle porte. L'importance des données insiste donc à prendre des précautions pour éviter toute suppression ou modification de table pouvant entraîner la perte des jeux de données qu'elle contient.

[16] ce sont les tables constituant l'architecture principale de la base de données.

5.1.2. Les principaux critères retenus

Avant toute modélisation il a fallu déterminer quels allaient être les paramètres et le type de données retenus dans la base de données en se basant sur les jeux de données récupérées, sur l'ensemble des entretiens et sur les recherches bibliographiques.

Les critères stockés en priorité dans la base de données sont ceux retenus lors de la réunion d'Ispra (WFD, MED-GIG, Février 2005).
Ce sont :

1. **La densité**
2. **Le pourcentage de rhizomes plagiotropes**.
3. **La surface foliaire par faisceau**, qui intègre l'ensemble des variables phénologiques

D'autres paramètres mesurés dans le cadre des différents programmes ont aussi été retenus :

- Le déchaussement.
- Le taux de recouvrement.
- Le ype de limite

La détermination de ces critères permet de définir en priorité les champs composant les tables notamment au niveau des tables de référence et résultats. Le type de données retenus sont les données brutes issues de relevés de terrain. Par exemple pour la densité une mesure est effectuée au niveau de chacune des balise. C'est donc l'ensemble de ces données à stocker dans la base. La moyenne globale qui permet la caractérisation de l'herbier sera calculé à partir de requêtes directement accessibles dans l'interface de saisie.

5.1.2.1. Structure de la base : liste des tables et des relations

La base de données est une base de données relationnelle[17]. Elle est composée de plusieurs tables dépendantes les unes aux autres toutes reliées par des relations « un à plusieurs » auxquelles est appliquée l'intégrité référentielle (Cf :manuel de l'utilisateur) . Il n'y a pas de tables isolées. Seules les tables issues de la géodatabase personnelle ne possèdent pas de relation avec les autres tables. Elles sont présentes dans la structure de la base et sont étroitement liées à la géodatabase.(à terme, ces tables pourront être reliées aux autres tables).
La suppression d'une de ces tables entraîne la perte de la structure générale de la géodatabase.

La base de données est composée de 22 tables, réunies en cinq groupes. **Les tables de références** pour le positionnement géographique des points (certaines correspondent aux tables de données de référence dans Quadrige : 3.2.3), **les tables intermédiaires**, ce sont les tables sur lesquels l'ensemble des partenaires peuvent avoir un droit de modification, **les tables de liste de données** qui stockent les données prédéfinis dans le cadre de la surveillance de l'herbier**, la table stratégie** qui permet de définir la stratégie spatiale et la stratégie temporelle (5.3.3.4) et **les tables résultats** qui stockent l'ensemble des résultats.

---

17 C'est la base de données la plus couramment utilisée sur les réseaux locaux. Une base de données relationnelle divise les données en leurs unités les plus élémentaires, organise ces unités en tables, et forme des associations entre différentes tables.

5.1.2.1.1. Les tables de données géographiques

Ce sont les tables REGION, BASSIN, SITE, POINT, MASSE D'EAU_DCE, ZONE HOMOGENE.

La liste des champs présents dans certaines de ces tables sont issues de différents partenaires, elles ne peuvent subir aucune modification sans l'accord du « producteur » de la donnée (REGION, BASSIN, SITE, MASSE D' EAU_DCE, ZONE HOMOGENE).
Pour Quadrige : « Les données de référence sont les données sur lesquelles on ne fait aucun traitement. C'est typiquement le cas des données mises à disposition via SEXTANT[18]. Elles peuvent provenir de l'IGN, du SHOM, Agence de l'Eau etc… »
Les tables de données géographiques contiennent en partie des données de références. Elles correspondent aux données issues de l'Agence de l'eau (Masses d'eau DCE), de l'Ifremer, du SDAGE pour les zones homogènes etc

La Table POINT
Par définition un point de prélèvement est un lieu géographique (théorique) ou il est prévu de mettre en œuvre un engin de prélèvement lors d'une station . Il est localisé de façon unique par ses coordonnées géographiques (latitude, longitude). L'ensemble des points est présent dans la base et rassemblés dans une unique table POINT. Il est possible de consulter ces tables en passant par le menu liste de données de la base Access.

Cette table fait partie de cette liste puisque elle contient la localisation géographique précise des points de surveillance. Elle ne fait pas partie des données de référence puisque les points sont définis dans le cadre du RSP. (les points du RSP PACA ont été définis dans le cadre du RSP PACA et les points du RSP Corse ont été défini dans le cadre du RSP Corse par l'ensemble des partenaires).

5.1.2.1.2. Les tables intermédiaires

Ce sont les tables PRELEVEMENTS et STATION.

Pour Quadrige: les données des tables intermédiaires « sont les données sur lesquelles des partenaires sont producteur ou peuvent être amenés à faire des modifications (création et modification d'entités) ». C'est le cas tout particulièrement des tables PRELEVEMENTS ou STATION. La table POINT fait partie de la liste des tables intermédiaires car les informations géographiques (Coordonnées : Latitude et Longitude) qu'elle contient nous permet de la positionner dans la liste des tables de données géographiques.

La table PRELEVEMENT :

Pour Quadrige le prélèvement est « la partie représentative du milieu en un endroit donné, partie isolée pour permettre son échantillonnage. De façon générale, le prélèvement résulte de la mise en œuvre fructueuse d'un et d'un seul engin de prélèvement »
Pour le RSP les prélèvements correspondent à l'utilisation d'un engin de prélèvement pour une station. Ils correspondent donc à une partie représentative du milieu en un endroit donnée. Un prélèvement va être réalisé à partir d'un engin et d'un seul. Le type de prélèvement est choisi à partir de la table PRELEVEMENT_LIST qui contient la liste des prélèvements possible.

[18] Disponible en Intranet à l'adresse suivante .http://w3.ifremer.fr/sextant_v2/jsp/recherche.jsp

Par exemple, la mesure de densité à l'aide d'un quadrat effectué au point X, à la date T constitue un prélèvement. Un engin est toujours relié à un prélèvement et un prélèvement ne correspond qu'à un seul engin.
Par station peuvent être effectués plusieurs prélèvements:

- 1 prélèvement sur la couverture de l'herbier. dans 1 quadrat de 0,3 m².
- 1 prélèvement sur les rhizomes à l'aide d'un réglet gradué tous les 5 mm.
- 1 prélèvement de 10 ou 20 faisceaux par point à l'aide de la main ou un autre outil.

Le total est donc de X prélèvements par station dans sa globalité.

La table STATION

Pour Quadrige c'est l'ensemble « d'opérations réalisées pour un programme sur un point de prélèvement à un moment donnée (Date-Heure) La durée de la station peut-être variable : pendant un temps donnée, il peut y avoir une ou plusieurs stations réalisées selon la précision espace-temps recherchée par le programme. »
Pour le RSP, une station correspond à un ensemble d'opération effectué sur un point dans le cadre d'un programme à une date donnée (la date de prélèvement). La stratégie retenue dans le cadre du RSP est un suivi basé sur un programme établi tous les trois ans (ou « plongée ») durant lesquels sont effectués des prélèvements scientifiques. L'intervalle de temps entre deux retours scientifiques est de 3 ans. Ces retours correspondent à une évaluation générale du site notamment au niveau du balisage. Les plongées de nettoyage des balises ne sont pas prises en compte dans la base de données (ces plongées sont réalisées sur le site chaque année pour faire un état des lieux et un nettoyage du site, aucune valeur scientifique n'est mesurée)

5.1.2.1.3. Les tables de liste de données

Ce sont les tables PARAMETRE, METHODE, ENGIN, UNITE, TYPE_UNITE, PRELEVEMENT_LIST, NIVEAU et PERSONNE
La table PARAMETRE : C'est la liste des paramètres mesurés lors d'un prélèvement
La table METHODE : C'est la liste des méthodes utilisées pour obtenir un résultat.
La table ENGIN: C'est la liste des outils de prélèvement. Cette table permet donc de définir le lieu de prélèvement sur le point.
La table UNITE : C'est la liste des unités pour chaque valeurs résultats présent dans la base.
La table PRELEVEMENT_LIST rassemble l'ensemble des types de prélèvement pouvant être effectuer.
La table NIVEAU est la liste des niveaux de prélèvements
La table PERSON stocke les personnes responsables du programme ou des données saisies dans la base.
Elles contiennent les informations utiles à la saisie des données et sont souvent représentées dans l'interface utilisateur Access par des champs sous forme de liste de données.

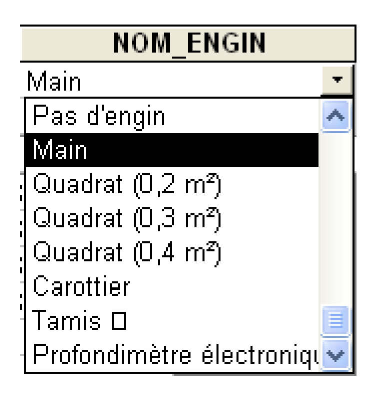


Figure 15: Liste modifiable

Il est possible de consulter ces tables en passant par le menu liste de données de la base Access qui présente de manière conviviale les listes sous forme de formulaires. Il est possible de supprimer ou de modifier une valeur mais à terme lorsque les droits d'administrations seront définis et les listes de données validées seul les administrateurs auront les droits de modification sur ces tables.Si un enregistrement d'une table de référence est supprimé ceci s'applique à toutes les données rattachées à cet enregistrement par l'application de l'intégrité référentielle et de la suppression en cascade des enregistrements associés . L'intégrité référentielle est un système de règles garantissant que les relations entre les enregistrements sont valides et que l'on n'efface pas ou ne modifie pas par erreur des données liées. Le principal inconvénient est qu'il est nécessaire de « re »paramétrer les filtres de zones à liste de données dans les formulaires de saisies.

5.1.2.1.4. Les tables de stratégie

C'est la table DATA STRATEGY

Pour Quadrige : La stratégie « définit a priori ce que devront être les données présentes dans la base en fonction du programme à l'origine de la collecte des données . Il s'agit de la liste des paramètres à mesurer sur chaque point de prélèvement, ainsi que des méthodes préconisées pour chacun de ces paramètres. La stratégie permet ainsi d'aider à la saisie des données sur un point en personnalisant les écrans, et facilite la consultation rapide du contenu théorique de la base. »
Pour la base RSP, la table DATA_STRATEGY entre dans le cadre de la stratégie employée par le programme RSP. C'est-à-dire qu'elle permet de relier la stratégie spatiale et la stratégie temporelle et facilite ainsi la saisie des résultats dans l'interface utilisateur.
La stratégie spatiale permet de définir le lieu de prélèvement et la stratégie temporelle la date de prélèvement. La table DATA_STRATEGY permet alors de relier la table POINT et la table STATION. définissant la stratégie employée dans le cadre d'un programme.
(Plusieurs points peuvent correspondre à plusieurs dates et plusieurs dates peuvent correspondre à plusieurs points).La table DATA_STRATEGY est indispensable à l'organisation de la base puisqu'un modèle relationnel autorisent les relations plusieurs à plusieurs mais il est nécessaire de créer une table intermédiaire pour pouvoir appliquer ce type de relation.

5.1.2.1.5. Les tables résultats

Ce sont les tables RESULTAT et RESULTAT_BIOM. Ces tables contiennent l'ensemble des données relatives aux opérations effectuées sur chaque site.
La table RESULTAT contient l'ensemble des données concernant les paramètres tel que la densité, la surface foliaire, le déchaussement, etc..
La table RESULTAT_BIOM contient des données concernant la biométrie des feuilles.

Tableau récapitulatif des différentes tables de la base de données

DONNEES SPATIALES	ZONES HOMOGENES	Table des zones homogènes définis dans le SDAGE
	MASSE EAU DCE	Table des masses d'eau définis dans le cadre de la Directive Cadre sur l' Eau
	REGION	Table des régions de Méditerranée et la Corse.
	SITE	Table des sites établis dans Quadrige
	BASSIN	Table des bassins Quadrige = plus petites entités géographiques que les sites, de l'échelle d'une plage ou d'une pointe rocheuse.
	POINT	Table des points du Réseau de Surveillance Posidonies (RSP) = couples de coordonnées géographiques
	POSITION	Liste des moyens de positionnement des points (GPS, cartes, etc,)
SOURCE DES DONNEES	PROGRAM	Liste des programmes de recherche associés aux données.
	PERSONNE	Liste des personnes responsable rattachés au programme et aux données (Par ex :Chef de mission)
	DATA_STRATEGY	Table de liaison entre les programmes, les points suivis et la date de prélèvement (STATION).
STATION	STATION	Dates de sorties sur chaque point = stations
MATERIEL & METHODES	PRELEVEMENT	Association d'un Engin de prélèvement à ,un prélèvement , à un point et à une date donnée.
	PRELEV_LIST	Liste des prélèvements (libellé prélèvement)
	NIVEAU	Liste des niveaux de prélèvements
	ENGINS	Liste des engins d'échantillonnage utilisés
RESULTATS	RESULTAT	Résultats des mesures associés un point, une date et un paramètre
	RESULTAT_BIOM	Résultats des mesures sur la biométrie des feuilles associés à un point, une date et un paramètre
	PARAMETRES	Liste des paramètres mesurables sur les herbiers.
	METHODE	Liste des méthodes d'analyses
	UNIT	Liste des unités de mesures
	UNIT_TYP	Liste des types d'unité (volume, métrique, masse….)

5.2. LE MODELE CONCEPTUEL DE DONNEES

Le modèle conceptuel de données **(MCD)** et le modèle physique de données **(MPD)** ont été conçus à l'aide du logiciel POWER AMC, Sybase.
L'environnement de modélisation de PowerAMC prend en charge plusieurs types de modèles :

· **Le Modèle Conceptuel de Données** qui permet de modéliser la structure générale d'une application de données, sans tenir compte des considérations logicielles ou des contraintes relatives au stockage des données.

· **Le Modèle Physique de Données** pour modéliser la structure physique générale d'une base de données, en tenant compte des considérations logicielles ou des contraintes relatives au stockage des données

Il est donc possible de créer le MCD à partir de ce logiciel, d'automatiser la création du MPD à partir du MCD et d'établir un lien entre le modèle et le logiciel de gestion de base de données, en l'occurrence Access. La base de données a donc été créée à partir de ce logiciel.
Les champs et les relations entre les tables sont définis dans Power AMC. Deux paramètres n'ont pas été conservés lors de la création : l'application de l'intégrité référentielle (propre à Access) et la mise en place des clés primaires dans les identifiants de la table. En effet dans Access il est nécessaire de définir physiquement la clé primaire en appliquant un icône au niveau du champs.
Le modèle Physique de données de la base et le lien interprété en langage SQL entre Power AMC et Access nécessaire à la création de la base sont présenté en annexe 4.



Données Spatiales - Points

MASSE EAU DCE

code_masse eau	<pi> A10	<O>
id_Ifremer	N4	
area	N20	
perimeter	N15	
masdo_litt	N3	
masdo_li_1	N3	
name	A50	
ms_CD	A6	
region	N2	
System	A2	
ins_when	N5	
ins_by	A20	
bassin_cd	A2	
status_yr	N4	
modified	A1	
artificial	A1	
salanity	A1	
tidal	A6	
depth_cat	A1	
type_fr	<UNDEF>	
typologie	A1	
faciès_sud	A50	
risque_nab	A10	
etat_biolo	A10	
metaux_lou	A10	
pesticides	A10	
autres_pol	A10	
pk_me <pi>		

ZONE HOMOGENE

code zone	<pi> N10	<O>
area	N20	
perimetre	N20	

Popint_appartient_à_masse_eau (MASSE EAU DCE 0,n — POINT 0,1)

Point_appartient _à_zone_homogene (ZONE HOMOGENE 0,n — POINT 0,1)

POINT : 2

id_point	<pi> SI	<O>
nom_point	VA50	
lat_Nord_WGS84	N15	
long_Est_WGS84	N15	
Lat_Nord_l2e	N10,3	
Lat_Est_l2e	N10,3	
bathymétrie	N5,1	
caract	A255	
der_obs	N5	
typ_lim	A3	
dat_mis_place	D	
source_point	A200	
pk_point <pi>		

Bassin_point

BASSIN

code_bassin	<pi> A5	<O>
FNODE_	N4	
TNODE_	N4	
lenght	N10	
libellé	VA40	
description	VA255	
pk_bassin <pi>		

REGION

code_region	<pi> A3	<O>
l_region	VA50	
c_pays_région	SI	
etat	SI	
pk_region <pi>		

site_bassin

SITE

code_site	<pi> A5	<O>
FNODE_	N4	
TNODE_	N4	
lenght	N10	
libellé	VA40	
description	VA255	
pk_site <pi>		

Site_appartient_à_region (SITE 0,1 — REGION 0,n)

Prélèvement - Station - Résultats

ENGIN

id engin <pi> SI <O>
nom_engin VA80
caract_engin VA100
taille_eng N8,4
comment VA50
pk_engin <pi>

PRELEVEMENT_LIST

id_collec_list <pi> NO <O>
Type_Prélèvement A100
comment VA50
id_preleve <pi>

1,n

liste des prélèvements

1,n

engin pour prelever

1,1

1,1

PRELEVEMENT

id_prelevement <pi> NO <O>
profondeur N4,1
pk_prelevement <pi>

1,1

1,1

1,n

NIVEAU

id_niveau <pi> I
Type_limite A50
comment VA50
pk_niveau <pi>

niveau de prélèvement

0,n

0,n

prelevement sur la station

1,n

STATION : 2

id station <pi> NO <O>
date station D
comment VA50
pk_station <pi>

résultat _bio du prélèvement

resultat_prelevement

1,n

meteo_station

0,1

RESULTAT_BIO : 2

id_biométrie <pi> NO <O>
num faisceau N10
LTA N5
BA N5
IA N5
LTI N5
BI N5
II N5
LTJ N5
BJ N5
IJ N5
cassé BL
comment VA50
pk_biométrie <pi>

0,1

1,1

METEO

id_meteo <pi> N10 <O>
descrip_meteo VA25
comment VA50
pk_station <pi>

RESULTATS : 1

id result <pi> NO <O>
val_champs N6
comment VA50
pk_resultats <pi>





Matériels - Méthodes - Résultats

RESULTAT_BIO : 1

id_biométrie	<pi>	NO	<O>
num faisceau		N10	
LTA		N5	
BA		N5	
IA		N5	
LTI		N5	
BI		N5	
II		N5	
LTJ		N5	
BJ		N5	
IJ		N5	
cassé		BL	
comment		VA50	
pk_biométrie <pi>			

UNITE_TYPE

id_unit_type	<pi>	I	<O>
type_unit		A50	
comment		VA50	
pk_unit_type <pi>			

UNITE

id_unité	<pi>	N3	<O>
nom unité		VA70	
symbole unité		VA20	
pk_unite <pi>			

METHODE

id méthode	<pi>	N4	<O>
nom_meth		A50	
nom_eng_util		A50	
nb_cp_engin		N2	
descrip_method		A100	
ref		A50	
comment		VA50	
pk_methode <pi>			

PARAMETRE

id_parametre	<pi>	N4	<O>
libelle paramètre		VA100	
type_paramètre		A50	
comment		VA50	
pk_parametre <pi>			

RESULTATS : 2

id result	<pi>	NO	<O>
val_champs		N6	
comment		VA50	
pk_resultats <pi>			

Associations:

- type d'unité: UNITE_TYPE (1,n) — UNITE (1,1)
- resultbio_unité: RESULTAT_BIO (1,1) — UNITE (0,n)
- resultbio_méthode: RESULTAT_BIO (1,1) — METHODE (0,n)
- resultbio_paramètres: RESULTAT_BIO (1,1) — PARAMETRE (0,n)
- unité de mesure: UNITE (0,n) — RESULTATS (1,1)
- méthode utilisée: METHODE (0,n) — RESULTATS (1,1)
- paramètre mesuré: PARAMETRE (0,n) — RESULTATS (1,1)



Stratégie- Station-Point-Prélèvements-Résultats

POINT : 1

id_point	<pi>	SI	<O>
nom_point		VA50	
lat_Nord_WGS84		N15	
long_Est_WGS84		N15	
Lat_Nord_l2e		N10,3	
Lat_Est_l2e		N10,3	
bathymétrie		N5,1	
caract		A255	
der_obs		N5	
typ_lim		A3	
dat_mis_place		D	
source_point		A200	

pk_point <pi>

PROGRAMME

ID_program	<pi>
Program_name	
Descrip_program	

pk_program <pi>

PERSONNE

id_personne	<pi>	NO	<O>
pers_name		VA20	
pers_surname		VA20	
organism		VA25	
status		VA20	
adresse		VA25	
cp		N6	
town		A25	
phone_nb		VA15	
mail		A50	
comment		VA50	

pk_personne <pi>

DATA_STRATEGY

id_strategy	<pi>	NO	<O>

pk_strategy <pi>

TYPE_POSITION

id_position	<pi>	N2	<O>
type position		VA40	

pk_position <pi>

STATION : 1

id station	<pi>	NO	<O>
date station		D	
comment		VA50	

pk_station <pi>

Associations:

- appartient au programme: PROGRAMME 1,1 — DATA_STRATEGY 1,n
- a pour point: POINT 1,n — DATA_STRATEGY 1,1
- a_pour_position: POINT 1,n — TYPE_POSITION 1,1
- a pour strategie: DATA_STRATEGY 1,1 — STATION 1,n
- a pour personne responsable: PERSONNE 1,1 — STATION 1,n

5.3. L'INTERFACE UTILISATEUR

5.3.1. Outils utilisés

Afin de rendre la base facile d'utilisation, une interface utilisateur a été développée Access offre la possibilité de créer des formulaires et des sous formulaires liés pour simplifier la saisie, l'extraction et la consultation des données. Access utilise Microsoft Visual Basic comme langage de programmation. Il est possible de rajouter des objets comme des boutons de contrôle lié à des macros ou toute une multitude de contrôle utilisé dans le langage de programmation orienté objet (Liste de choix, zones à liste modifiable…).

Un sous-formulaire est un formulaire inséré/lié dans un autre formulaire. Le formulaire primaire est appelé formulaire principal (formulaire principal : formulaire qui contient un ou plusieurs sous-formulaires.) et le formulaire qu'il contient, sous-formulaire. Une combinaison formulaire/sous-formulaire correspond à une liaison formulaire hiérarchique ou formulaire père/fils.

Formulaire.

Sous-formulaire1 (Région)

Sous-formulaire2 (Nom de point)

Sous-formulaire3 (Date de la station)

Sous-formulaire4 (Prélèvement)

Figure 16 : Le principe des formulaires et sous-formulaires dans Access

On retrouve deux types de formulaire dans la base de données:
Les formulaires pères qui contiennent des boutons de contrôles et toutes les informations concernant le formulaire, les protocoles à suivre pour la saisie des données etc
Les formulaires et les sous-formulaires permettent pour la plupart la saisie des données. Ces formulaires sont présentés en mode feuilles de données. Plusieurs boutons ont été créer pour faciliter l'accès aux différents menus ou formulaires de saisies. Ils sont en général liés à une macro.

Pour la saisie des données nous avons crée une combinaison de formulaires et de sous formulaires liés les uns aux autres par les clefs primaires et les clefs secondaires des tables. L'inconvénient est qu' Access n'accepte au maximum que 7 sous formulaires liés. Cependant il n'a pas été nécessaire dans le cadre de la saisie des données de créer plus de 5 sous formulaires liés.

Nous avons utilisé trois séries de formulaires et de sous formulaires.
La première série correspond à la saisie des données spatiales et temporelles (voir Ordre de saisie dans la base.), la deuxième série correspond au choix des prélèvements pour une station et la troisième série permet la saisie des résultats, un formulaire père pour la saisie des données générales et un pour la saisie des données sur la biométrie foliaire.





Fenêtre Base de données

Ferme la page d'accueil et permet d'accéder à la structure de la base

Logos

Quitter la base Access

Ouvre le sommaire de la base

Sortir du menu

Ouvre le choix d'action sur la base

Ouvre le choix des listes de données de références

Accès au manuel d'utilisation de BDRSP

Base de données sur la surveillance des herbiers de Posidonies

Accéder à la Base de données

Saisie et extraction de données

Consultation des données disponibles

Manuel d'utilisation de la base RSP

Liste des données disponibles

Points, dates, programmes et personnes: Stratégie spatiale et temporelle

Extraction des données

Figure 17: Présentation du sommaire de l'interface utilisateur





Il a été aussi nécessaire de créer un menu de consultation des données avec un formulaire père lié à un sous formulaire de liste de données pour afficher les données disponibles dans les tables liste de données (Paramètre, prélèvement, engins), ou d'autres tables (Point et table de données géographique etc…) . Ces formulaires permettent aussi d'effectuer des modifications, des suppressions ou d'ajouter de nouveaux enregistrements directement par cette interface.

5.3.2. Les liaisons entre les formulaires et les sous-formulaires

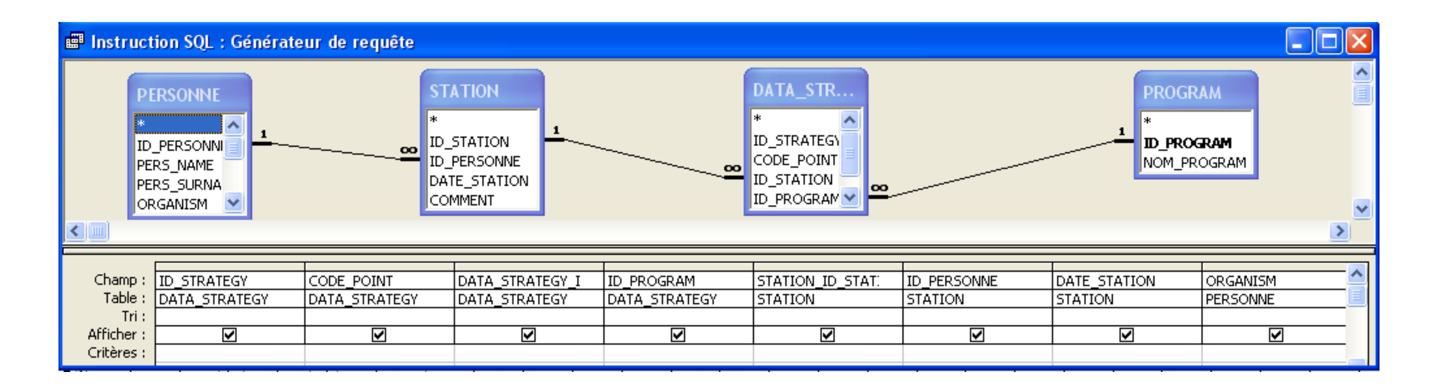


Figure 18: Générateur de requête pour la liaison entre les sous formulaires

BASSIN
CODE_BASSIN
CODE_SITE
LIBELLE
DESCRIPTION

SITE
CODE_SITE
CODE_REGION
LIBELLE_SITE
DESCRIPTION
COMMENT

REGION
CODE_REGION
L_REGION
C_PAYS_REGION

POINT
CODE_POINT
CODE_BASSIN
CODE_ZONE
CODE_MASSE_D_EAU
CODE_PHOTO_POINT
NOM_POINT
ACTIVITE
LAT_NORD_WGS84
LONG_EST_WGS84
LAT_NORD_L2E
LAT_EST_L2E
CARACT
DER_OBS
TYP_LIM
BATHYMETRIE
SOURCE_POINT
DAT_MIS_PLACE
COMMENT

DATA_STRATEGY
ID_STRATEGY
CODE_POINT
COMMENT

STATION
ID_STATION
ID_PROGRAM
ID_STRATEGY
ID_PERSON
ID_LIMITE
DATE_STATION
ANNEE
COMMENT

PROGRAM
ID_PROGRAM
NOM_PROGRAM

1,1 1,n 1,n 1,n 1,1 1,n 1,n 1,1 1,1 1,n 1,1 1,n

Table du sous-formulaire 1

Table du sous-formulaire 2

Table du sous-formulaire 3

Table du sous-formulaire 4

Figure 19: Liaisons entre les tables présentes dans le sous-formulaire

Dans notre exemple, le formulaire ne possède aucun champ (aucune table). Le 1er sous-formulaire, affiché en mode feuille de données, contient la table REGION. Le CODE_REGION n'est pas affiché à l'utilisateur mais est présent dans la structure du sous-formulaire. Le deuxième sous-formulaire présente les points suivis. Il est donc basé sur la table POINT. Le troisième sous-formulaire est basé sur la table STATION.

Relation 1 er sous-formulaire → 2 ème sous-formulaire (points→ région) :
− Champ père = CODE_REGION (clé primaire de la table)
− Champ fils = CODE_REGION (clé externe de la table SITE, reliée à la table REGION)

Le 1 er sous-formulaire (région) est basé sur la table REGION. Il est relié au sous-formulaire « Points » par la table SITE. C'est donc sa clé primaire qui servira de champ père, et la clé externe correspondante de la table SITE qui servira de champ fils : Cette organisation permet à l'utilisateur de ne sélectionner que les points du réseau appartenant à la région.

Relation 2 ème sous-formulaire → 3ème sous-formulaire (points → station) :
− Champ père = CODE_POINT (clé primaire de la table)
− Champ fils = CODE_POINT (clé externe de la table DATA_STRATEGY, reliée à la table POINT)

Pour effectuer la relation entre la table POINT du 2 ème sous-formulaire et la table STATION du 3ème, il faut insérer la table DATA_STRATEGY, et le champ CODE_POINT qu'elle contient.
Le 3ème sous-formulaire (stations) est basé sur la table STATION. Il est relié au sous-formulaire « Points » par la table DATA_STRATEGY. C'est donc sa clé primaire qui servira de champ père, et la clé externe correspondante de la table DATA_STRATEGY qui servira de champ fils :

Relation 3ème sous-formulaire → 4ème sous-formulaire (stations → prélèvement) pour la deuxième série de formulaire .
− Champ père = ID_STATION (clé primaire de la table STATION)
− Champ fils = ID_STATION (clé externe dans la table PRELEVEMENT)
Pour effectuer la relation entre la table STATION du 3 ème sous-formulaire et la table PRELEVEMENT du 4 ème sous-formulaire, il faut se servir du champ ID_PRELEVEMENT qu'elle contient. C'est donc sa clé primaire qui servira de champ père, et la clé externe correspondante de la table PRELEVEMENT qui servira de champ fils :

Pour voir de quelle façon sont reliés les sous-formulaires entre eux, il faut en sélectionner un, affichez les propriétés , et regardez dans l'onglet Données : le champ père (champ du 1er sous-formulaire servant de liaison) et le champ fils (champ servant de liaison dans le 2ème sous-formulaire) sont indiqués.

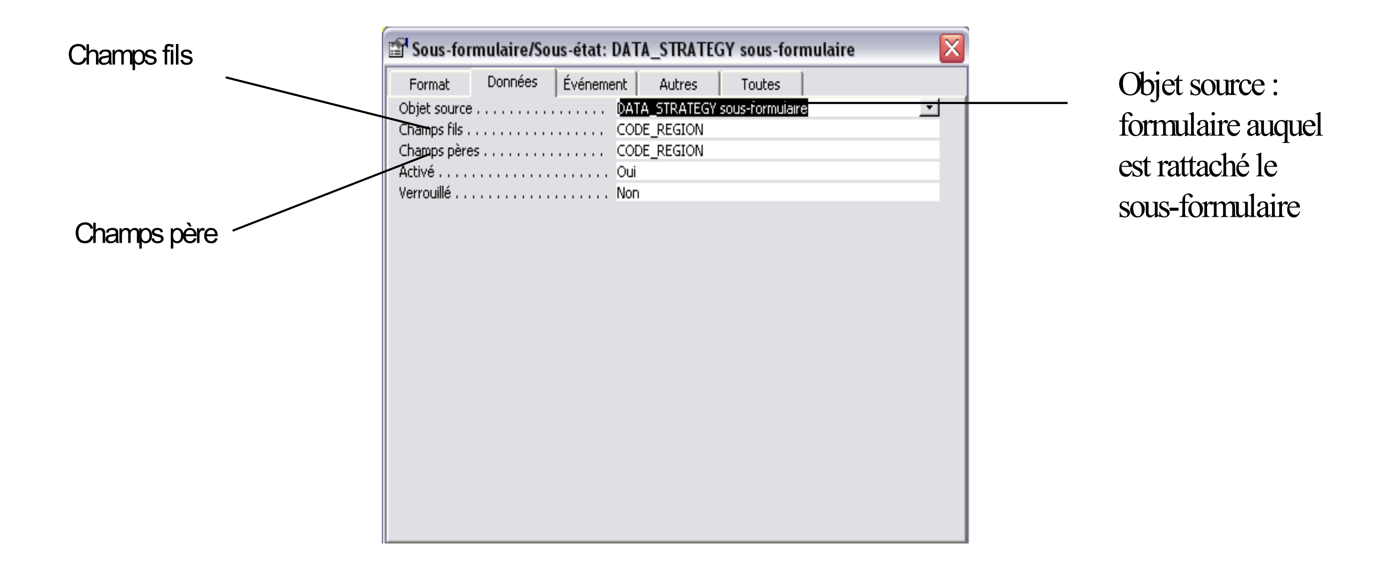


Figure 20: Propriétés d'un sous-formulaire

5.3.3. Ordre de saisie dans la base.

Données terrain

Données spatiales

Programme

Zones homogènes

Région

Masses d'eau DCE

Source

Site Quadrige

Stratégie spatiale

Bassin Quadrige

Stratégie temporelle

Point

Matériels et méthodes

Résultats

Figure 21 : Schéma d'organisation de la base

A l'image de MARBEN 2.0 (Cf :3.3.2) et pour bien comprendre la procédure de saisie des données dans la base, il a été défini une architecture de saisie des données.
On divise les données en différents groupes : les données terrains, les données spatiales et les données spécifiques.

Les données terrains correspondent aux différentes données obtenus lors des plongées sur le terrain à un point donnée et dans le cadre d'un programme (RSP Corse, RSP PACA). Il existe plusieurs types de programme.
Les données spatiales correspondent à la liste des zones géographiques et des points surveillés.
Les données spécifiques à la surveillance de l'herbier correspondent aux données matériels, méthodes et résultats.
La base est reliée au travers de différents modules, reliés les uns aux autres par les différents cadres d'obtention des données.

5.3.3.1. Données terrains

Les données terrains regroupent les données spatiales et les programmes. Les données ont donc un lien étroit établi entre le lieu au niveau duquel sont effectuées les mesures et la source de données d'où proviennent ces données.

5.3.3.2. Données spatiales

De manière à représenter les données géoréférencées dans un SIG, l'unité fonctionnelle des données spatiales est le point, auquel tous les résultats sont rattachés.
Dans le cadre du RSP, la stratégie spatiale retenue est de suivre un point qui appartient à un BASSIN qui appartient obligatoirement à un SITE et qui appartient obligatoirement à une REGION. Un point appartient aussi à une ZONE_HOMOGENE et à une MASSE D'EAU DCE. Dans l'interface de saisie le choix d'une région affiche l'ensemble des points rattachés à cette région. Il n'est pas nécessaire de choisir à chaque fois la zone à laqu'elle appartient le point puisque celle-ci est déjà défini dans la table point ou peut être défini dans la procédure d'ajout de point.(cf :5.3)

Clé primaire et clés secondaires

POINT : Table

CODE_POINT	CODE_BASSIN	CODE_ZONE	CODE_MASSE_EAU	ID_POSITION	ID_PROGRAM	NOM_POINT	ACTIF	LAT_NOR	LONG
1	109	29	FRDC9a	4	0	Antibes (LI)	☑	43,557217	7,1429
2	97	21	FRDC7b	4	0	Cassis (LS)	☑	43,201167	5,5468
3	97	21	FRDC7b	4	0	Cassis (LI)	☑	43,2065	5,5331
4	101	23	FRDC7f	4	0	Giens (LS)	☑	43,065525	6,1265
5	101	23	FRDC7f	4	0	Giens (LI)	☑	43,0456	6,0832
6	99	21	FRDC7e	4	0	Le Brusc (LS)	☑	43,080167	5,7911
7	99	21	FRDC7e	4	0	Le Brusc (LI)	☑	43,091717	5,7821
8	94	16	FRDC4	4	0	Martigues (LI)	☑	43,3425	5,0135
9	104	24	FRDC7j	4	0	Théoules (LI)	☑	43,51383	6,9401
10	104	24	FRDC7j	4	0	Bormes (LI)	☑	43,101917	6,3800
11	104	24	FRDC7j	4	0	Cavalaire (LS)	☑	43,172832	6,6022

Enr : 1 sur 45

Figure 22 : Liaisons des points avec les tables géographiques

La structure des données est donc la suivante : un champ "CODE_BASSIN" dans la table POINT permet de renseigner à quel Bassin de la table BASSIN appartient le point, un champ "CODE_SITE " dans la table BASSIN permet de renseigner à quel site de la table SITE appartient le point, un champ "CODE_REGION " dans la table SITE permet de renseigner à quelle Région de la table REGION appartient le point, un champ "CODE_MASSE_EAU " dans la table POINT permet de renseigner à quelle masse d'eau DCE de la table MASSE_D'EAU_DCE appartient le point et un champ "CODE_ZONE " dans la table POINT permet de renseigner à quelle zone homogène de la table ZONE_HOMOGENE appartient le point.

- Région → Site → Bassin → Point,
- Zone homogène→ Point
- Masse d'eau DCE→ Point
- Point .

Cette structure des données spatiales se traduit physiquement par les tables suivantes :
- REGION: liste des régions
- SITES: liste des sites (Quadrige)
- BASSIN : liste des bassins (Quadrige)
- ZONE HOMOGENE: liste des bassins (Quadrige)
- MASSE D'EAU DCE: liste des bassins (Quadrige)
- POINT : liste des points

La table point est rattaché à un outils de positionnement dont la liste recense tous les moyens de positionnement (GPS, cartes…). Il se trouve dans la table POSITION. Chaque point possède des coordonnées géographiques qui ont été mesurées à partir de cet outils.

5.3.3.3. Source de données



Afin de pouvoir obtenir des informations sur la manière dont la donnée a été obtenue il est indispensable de pouvoir à tout instant retrouver la source d'une donnée. Pour cela, tout résultat entré dans la base est rattaché à un programme d'étude ou de recherche, à une source ou une personne est rattaché à un organisme. Ce responsable est indiqué dans cette table comme personne ressource pour toute information relative aux données. Cette personne ressource fait partie de la liste des personnes physiques stockées dans la table PERSON de la base. Le choix du programme permet de renseigner à partir de quel programme les données sont obtenues. Cette structure des données se traduit physiquement par les tables suivantes :

- PERSONN, PROGRAMME

5.3.3.4. Stratégie spatiale et stratégie temporelle



5.3.3.4.1. La table DATA_STRATEGY

Pour relier ces tables et établir le lien avec les données spatiales, la table DATA_STRATEGY ("stratégie des données") constitue la première étape de la chaîne de saisie des résultats. Elle permet, d'établir la liaison entre les données spatiales et les données temporelles. (Elle permet aussi de lister les points suivis. par chaque programme par l'intermédiaire des requêtes).

Les données relevées sur le terrain sont liées à la source de données (programme), qui comprend un point d'étude (stratégie spatiale). Chaque point est suivi à une ou plusieurs dates. (Stratégie temporelle)

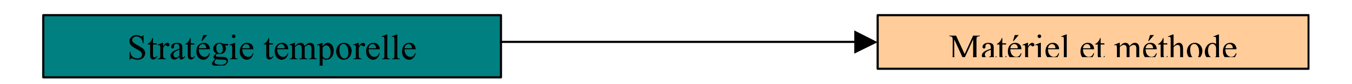


5.3.3.4.2. La table STATION

Pour chaque point suivi dans le cadre d'un programme donné, une stratégie temporelle est établie. Cette stratégie est stockée dans la table STATION : une station = un programme + un point + une date = 1 DATA_STRATEGY + 1 date. La table « station » correspond donc à l'association d'un point et d'une date.

5.3.3.5. Les données spécifiques

Pour chaque point et date (= station), des prélèvements sont effectués selon certaines méthodes (matériels et méthodes) et aboutissent à une série de résultat.

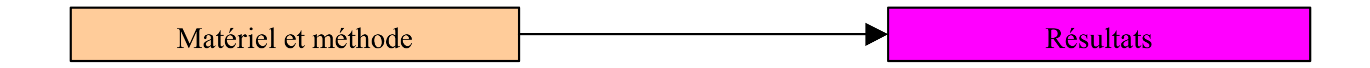


5.3.3.5.1. Matériels et Méthodes

Après avoir listé les points et entré les dates de plongées sur chacun de ces points, il faut indiquer quels prélèvements ont été effectués. Les prélèvements, stockés dans la table PRELEVEMENT, sont reliés à une station (un point à une date). Le nom du prélèvement est choisi dans une liste située dans la table PRELEVEMENT_LIST (Rhizomes, Couverture de l'herbier, Faisceaux, Sédiment , Epiphytes, Limite). Du point de vue descriptif, l'engin utilisé et la manière dont il est utilisé doivent être renseignés. La table ENGIN contient la liste des engins de prélèvement disponibles ainsi que leur taille. Dans la plupart des cas, chaque prélèvement aura la même taille que celle de l'engin. La taille de l'engin utilisé est importante à renseigner puisque des résultats de prélèvement peuvent avoir des significations différentes selon le type d'engin utilisé. Par exemple si la densité est mesuré à partir d'un quadrat de 30*30 cm ou 40*40 cm alors le résultat devra être lié à l'engin pour éviter les erreurs d'interprétation dans les résultats.



Pour chaque station on obtient une série de résultat.



Les tables contenant les résultats sont structurées sur le modèle de la base de données QUADRIGE (version 1). L'ordre chronologique de saisie est donc le suivant :

1. Un paramètre mesuré : le paramètre est choisi dans une liste contenue dans la table PARAMETRE, de manière à uniformiser la nomenclature des paramètres et à optimiser les requêtes

- Une méthode d'analyse : elle correspond aux manipulations effectuées sur le prélèvement pour obtenir le résultat. Les méthodes d'analyses disponibles sont listées dans la table METHODE.

2. Une ou plusieurs valeurs numériques.

Les valeurs saisies dans la table RESULTAT sont représentées sous le type « texte », du fait des différences qu'il peut y avoir dans le choix du type de données mesurées. Par exemple la densité est une valeur numérique alors que la limite inférieure est renseigné sous la forme d' un texte de type « régression », « progression » ou « stable ».

■ − Les données sur les mesures moyennes (table RESULTAT).

C'est le cas des prélèvements de Densité (Quadrat 0.2, 0.3…), Recouvrement, etc…

ou

■ − Les données sur la biométrie des feuilles (table RESULTAT_BIOM)

C'est le cas des prélèvements de faisceaux (longueur, largeur foliaire…)

Chaque résultats, quelle que soit la table, est défini par :

■ − Une unité de mesure : l'unité est choisie dans la liste proposée par la table UNITE. Chaque unité est définie par son nom, son symbole, et un type d'unité (masse, volume…) choisi dans la liste de la table UNIT_TYP. La table UNIT_TYP n'est pas accessible directement par l'interface utilisateur puisque chaque unité correspond directement à un type d'unité. Cette table est présente pour effectué un type de requête spécifique. Par exemple si l'on veut accéder à toutes les données de longueur ou à toutes les données de densité.

Figure 23 : Ordre de saisie des données



5.4. L'EXTRACTION DES DONNEES

L'extraction des données est réalisé à l'aide des requêtes Access.

Pour exploiter la base de données à partir des données saisies il a été nécessaire de créer des structures d'interrogations de la base pour obtenir une information sur la qualité des herbiers et indirectement sur la qualité des eaux. Il a été nécessaire d'interroger la base et de définir de manière précise le type de requête à utiliser.
Le but est d'obtenir des regroupements de résultats fournissant une information utile et pertinente pouvant répondre aux enjeux notamment à la DCE dont les impératifs sont à cours terme et d'extraire des jeux de données pouvant intégrer des entités géographiques pour être interprétés sous logiciel SIG. Il sera ainsi possible d'obtenir des cartes d'informations sur la qualité des herbiers à l'aide de logiciel SIG(cf. : §6.1).
En règle général l'ensemble des données extraites de la base correspondent à un point , une date et un jeu de coordonnées géographiques pour l'exportation des données dans la géodatabase.

5.4.1. Les requêtes dans Access

Il est possible dans Access d'extraire des données sur une table, sur plusieurs tables, sur des requêtes déjà effectuées ou sur la combinaison de tables et de requête. Access utilise le langage SQL pour interroger la base.

Il existe différents types de requête :

Une requête Sélection extrait des données d'une ou plusieurs tables à l'aide de critères spécifiés par l'utilisateur et les affiches dans l'ordre voulu.
Une requête paramétrée est une requête qui, lors de son exécution, affiche une boîte de dialogue qui vous invite à lui transmettre des informations, telles que des critères ou des valeurs à insérer dans un champ.
Une requête Analyse croisée affiche des valeurs résumées (sommes, comptes et moyennes) issues d'un champ d'une table et les regroupe selon un ensemble de faits dont la liste apparaît dans la partie gauche de la feuille de données, et selon un autre ensemble de faits dont la liste figure dans la partie supérieure de la feuille de données.
Une requête action est une requête capable de modifier un grand nombre d'enregistrements en une seule opération. Il existe quatre types de requêtes action : les requêtes Suppression, Mise à jour, Ajout et Création de table. Ce type de requête peut être utilisé dans la base RSP pour mettre à jour un champ non renseigné dans une table.
Une requête SQL est une requête crée en utilisant une instruction SQL. Parmi les requêtes SQL spécifiques, on trouve la requête Union, la requête SQL directe, la requête Définition des données et la sous requête.

5.4.2. Les extractions de la base

Nous avons utilisés trois types de requêtes :
Les requêtes paramétrées avec filtres de saisie.
Les requêtes paramétrées par l'utilisateur.
Les requêtes analyses croisées.

5.4.2.1. L'extraction des données brutes

Pour obtenir une information cohérente le type de requête crée doit suivre l'architecture de la base. c'est-à-dire l'ordre de stratégie spatiale et temporelle. Les données sont rattachées à un point à une date. Chaque données obtenues est donc lié à ce point et à cette date. Dans chaque requête il est donc nécessaire de prendre en compte le point et la date. Il est alors possible d'obtenir des résultats pour un point ou plusieurs points et à une ou plusieurs dates de prélèvement. Ensuite sur chaque requête il est possible de créer des filtres par sélection sur les enregistrements voulus.

5.4.2.1.1. Les requêtes paramétrées avec filtres de saisie

Ce type de requête propose à l'utilisateur une requête « orienté », c'est-à-dire qu'à l'issue de son exécution les paramètres retenus ont déjà été paramétrés en mode création dans la requête. L'utilisateur n'a donc pas besoin de paramétrer sa requête. Ceci à l'avantage de lancer rapidement les requêtes les plus répétitives et évite à l'utilisateur de créer des requêtes en mode création s'il ne connaît pas Access.
L'inconvénient est qu'au lancement de la requête il doit saisir des valeurs dans des boîtes de dialogues en sélectionnant un point et une date. Il est alors nécessaire de saisir des valeurs de champs en respectant bien la structure du champ recherché (orthographe, majuscules et minuscules, tirets…)

Deux types de requêtes paramétrées avec filtres de saisie sont proposés. Les requêtes pour l'extraction les données de la table RESULTAT et les requêtes pour l'extraction des données relatives à la biométrie foliaire de la table RESULTAT_BIOM. Dans les deux cas il est nécessaire de saisir le nom du point, la date de la station dans des boites de dialogue ou filtres de saisie. La particularité de l'extraction des données sur la biométrie foliaire est qu'il est possible d'obtenir les valeurs pour un point et à une date, d'appliquer des filtres sur les valeurs et de copier-coller le résultat de la requête dans un tableau Excel pour effectuer des calculs (voir Annexe 3).

5.4.2.1.2. Les requêtes paramétrées par l'utilisateur

- Lorsqu'elle est exécutée en mode création, l'utilisateur peut alors saisir les paramètres qu'il souhaite (les tables de la requête, les champs, l'application de filtres sur les champs, les opérations etc.). Les tables, les champs et les relations entrant dans la requête sont déjà définis. Par défaut, la dernière requête effectuées est encore présente si l'utilisateur relance la requête. Ceci peut être utile s'il souhaite ne modifier qu'un seul champs ou appliquer nouveau filtre de saisie. Dans le cadre du RSP, les informations extraites de la base peuvent être souvent répétitives et nécessitent donc des structures rapides d'accès. Ce type de requête peut répondre à cette demande. Extraction sur la table RESULTAT : Extraction de tous les paramètres mesurés à une date ou année (les programmes sont organisés en règle général tous les trois ans pour le RSP donc les données sont associées à une année et les extractions sont effectuées par année.), et sur un point de surveillance donnée.
  On obtient ainsi la liste des paramètres, la taille du prélèvement, les valeurs et le code couleur de la table RESULTAT.
  Pour extraire l'année d'une date, il est nécessaire de saisir dans le critère de sélection de la requête : « Année([**NOM du CHAMPS**])=2004[19]

[19] http://www.cathyastuce.com/access/requ_grille.htm



- Extraction des valeurs pour plusieurs paramètres par point sur plusieurs années. Permet d'évaluer l'évolution des valeurs suivant le type de paramètre mesurés pour chacun des retours le point. Du fait de l'évolution très lente de l'herbier de Posidonie par rapport aux paramètres mesurés.(croissance des rhizomes de 3 à 7 centimètres par an), les mesures scientifiques sont effectuées sur des périodes de trois ans. Cette requête permet donc d'obtenir par des courbes de croissances, l'évolution du paramètre sur des années successives. Bien entendu ce type de résultat reste approximatif puisque l'évolution des paramètres mesurés dépend aussi entre autres des conditions environnantes (météo, évènements saisonniers…)
- Extraction des données par région et par programme. Ce type d'extraction permet d'obtenir des résultats pour programme (ou source de données) pour une région donnée (Par Exemple pour le Réseau de Surveillance Corse ou le Réseau de Surveillance de la Région PACA)

On a alors la possibilité d'obtenir une information sur tous les prélèvements qui ont été effectués sur l'année par programme et par point. (Stratégie spatiale et temporelle)

- Extraction des données par niveau de prélèvement. La DCE se base sur trois paramètres et sur la limite des 15 m (voir 3.1.2). Il est donc nécessaire de créer une requête permettant d'extraire les données par niveau de prélèvement. On obtient donc l'ensemble des données sur les points à une date donnée.

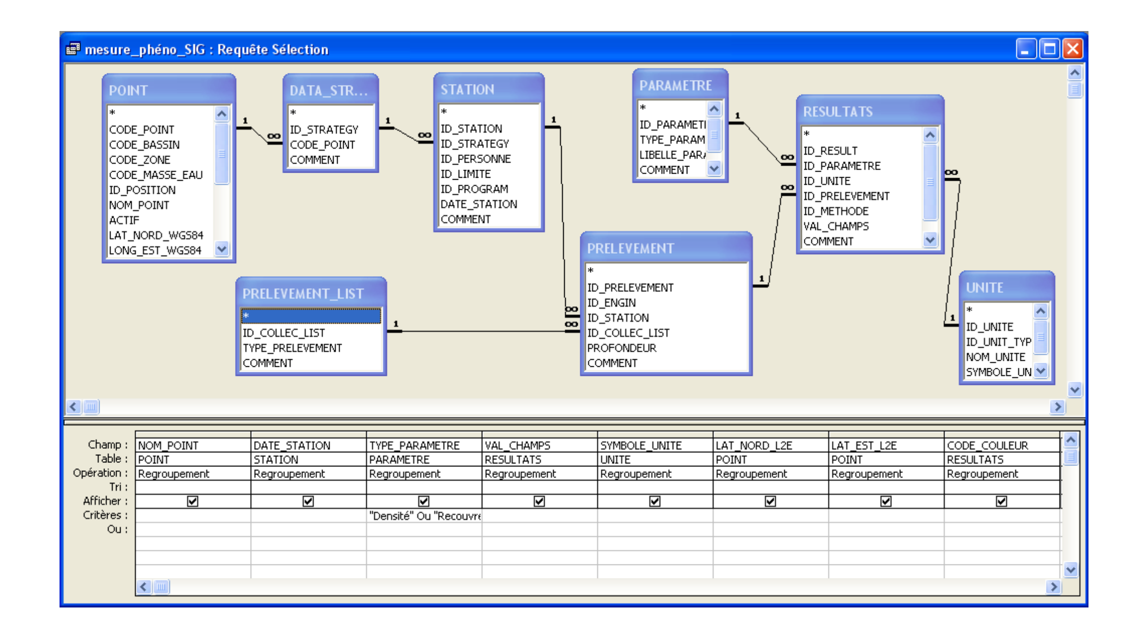


Figure 24 : Schéma d'organisation d'une requête paramétré

5.4.2.2. Les requêtes avec champs calculés

Afin d'obtenir une information précise sur les données de la base d'autres requêtes ont été crée. Elles ne sont pas toutes accessibles par l'interface de saisie. Il a fallu rechercher le type de requêtes pouvant répondre aux enjeux (Voir : 3) et aux différents utilisateurs selon les besoins qu'ils en ont. Il a. été aussi nécessaire de créer des requêtes pour permettrent l'exploitation des données notamment des données sur la biométrie des feuilles. En effet c'est à partir de la biométrie des feuilles que la surface foliaire est calculée (Voir 2.3.7.) Il a donc fallu définir une procédure d'extraction pour obtenir cette valeur.

L'utilisateur ouvre une requête en mode création et une requête en mode feuille de données avec des champs calculés. Elles sont accessibles par l'interface utilisateur dans un menu dédié à l'extraction des données moyennes, enregistrées dans le menu requête de la base Access et sont déjà paramétrées.

Les types d'extractions sont :

- Extraction des valeurs moyennes de densité, de recouvrement, de déchaussement et de pourcentage de rhizomes plagiotropes. Ce type d'extraction est réalisé par point et par date de prélèvement. Basé à partir d'une requête sélection, elle permet de calculer à partir des données brutes saisies dans la table RESULTAT, les résultats moyens de chaque paramètre par point et par date . Ce type de requête est directement accessible par l'interface de saisie. L'utilisateur peut paramétrer sa requête ou appliquer des filtres de saisies (par exemple sélectionner un point).

- Extraction des données relatives à la biométrie foliaire pour obtenir la surface foliaire. En règle générale sur chaque station un prélèvement d'une vingtaine de faisceaux est effectué en vue de mesures biométriques sur les feuilles (Cf. : § :2.3.7) . Ce type de mesures permet de calculer le coefficient A et le LAI (ou surface foliaire), paramètre pris en compte dans le cadre de la DCE. Cette requête permet d'extraire l'ensemble des valeurs sur la biométrie des feuilles à une date donnée et de calculer la surface foliaire suivant les données brutes présentent dans la table RESULTAT_BIOM.

Le résultat est obtenu par point à une date donnée. Le calcul se base sur une première requête permettant d'extraire l'ensemble des données brutes par point, par date et sur un paramètre sélectionné (Ex : Appliquer un filtre pour le paramètre Densité , Recouvrement…etc dans le critère de la requête) Une deuxième requête basée sur la première permet d'obtenir la surface foliaire. Le calcul est basé sur la moyenne des champs obtenus par l'intermédiaire de la première requête (L'écart type peut être aussi obtenu dans un nouveau champs).

5.4.2.3. Les requêtes de sélection de plage de valeur

A partir des résultats moyens extraits pour le recouvrement, la densité, le pourcentage de rhizomes plagiotropes… il a été nécessaire d'interpréter les résultats obtenus. Des plages de valeurs ont été défini d'après les grilles d'interprétations de la qualité des herbiers de Posidonies (voir annexe 5).

La procédure a été d'effectuer des requêtes sur les requêtes moyennes de chacun des paramètres, de développer un Script VBA (Visual Basic Application) de calcul d'indice dans un module général. Ce script permet de créer un nouveau champs dans la requête sélection pour affecter à chaque enregistrement de la requête une valeur calculé à partir des grilles de qualité. Ce script recherche dans l'ensemble des enregistrements des plages de valeurs et crée un nouveau champs dans la requête, appelé « Groupe » contenant un indice correspondant à la plage de valeur allant de 0 à 5 selon le paramètre voulu.



VBScript :

Pour le recouvrement

```
Option Compare Database
Function fIntervalle(ByVal Valeur As Double, _
  Optional ByVal EspaceIntervalle As Double = 25) As String
    Dim I1 As Long
    Dim I2 As Long

    I1 = (Valeur \ EspaceIntervalle) * EspaceIntervalle
    If Valeur < 20 Then
    I2 = I1 + EspaceIntervalle - 1
    fIntervalle = 3
    ElseIf Valeur > 20 And Valeur < 70 Then
    I2 = I1 + EspaceIntervalle - 1
    fIntervalle = 2
    Else
    I2 = I1 + EspaceIntervalle - 1
    fIntervalle = 1
    End If
End Function
```

Pour le pourcentage de rhizomes plagiotropes

```
Function fIntervalle2(ByVal Valeur As Double, _
  Optional ByVal EspaceIntervalle As Double = 25) As String
    Dim I1 As Long
    Dim I2 As Long

    I1 = (Valeur \ EspaceIntervalle) * EspaceIntervalle
    If Valeur <= 30 Then
    I2 = I1 + EspaceIntervalle - 1
    fIntervalle2 = 3
    ElseIf Valeur > 30 And Valeur <= 70 Then
    I2 = I1 + EspaceIntervalle - 1
    fIntervalle2 = 2
    Else
    I2 = I1 + EspaceIntervalle - 1
    fIntervalle2 = 1
    End If
End Function
```

Pour la densité

```
Function fIntervalle3(ByVal Valeur As Double, _
  Optional ByVal EspaceIntervalle As Double = 25) As String
    Dim I1 As Long
    Dim I2 As Long

    I1 = (Valeur \ EspaceIntervalle) * EspaceIntervalle
    If Valeur <= 50 Then
    I2 = I1 + EspaceIntervalle - 1
    fIntervalle3 = 5
    ElseIf Valeur > 50 And Valeur <= 150 Then
    I2 = I1 + EspaceIntervalle - 1
    fIntervalle3 = 4
    ElseIf Valeur > 150 And Valeur <= 300 Then
    I2 = I1 + EspaceIntervalle - 1
    fIntervalle3 = 3
    ElseIf Valeur > 300 And Valeur <= 400 Then
    I2 = I1 + EspaceIntervalle - 1
    fIntervalle3 = 2
    ElseIf Valeur > 400 And Valeur <= 700 Then
    I2 = I1 + EspaceIntervalle - 1
    fIntervalle3 = 1
```

```
    ElseIf Valeur > 700 Then
    I2 = I1 + EspaceIntervalle - 1
    fIntervalle3 = 1
    End If
End Function
```

A chaque paramètre correspond une fonction stockée dans un module général du projet BDPosidonie.

Les requête SQL créent un nouveau champs appelé « groupe » et appel la fonction pour remplir le champs avec la valeur correspondante.

Requête SQL:

```
SELECT fIntervalle([recouvrement]) AS Groupe, *
FROM recouvrement
ORDER BY Val(fIntervalle([recouvrement]));

SELECT fIntervalle3([Densité]) AS Groupe, *
FROM densité
ORDER BY Val(fIntervalle3([Densité]));

SELECT fIntervalle2([Rhizomes_plagiotropes]) AS Groupe, *
FROM Rhizomes_plagio
ORDER BY Val(fIntervalle2([Rhizomes_plagiotropes]));
```

- Extraction d'un indice globale pour la caractérisation des masses d'eau DCE. Ce type d'extraction permet de calculer un indice globale à partir des trois paramètres pris en compte dans le cadre de la DCE. (Il est nécessaire que les trois paramètres aient une valeur dans la table résultat).

Cette requête est effectué à partir de champs calculées dans les précédentes requêtes. L'inconvénient d'un tel résultat est qu'il est nécessaire de paramétrer, d'exécuter les requêtes de champs calculés pour les trois critères DCE puisque cette requête se base sur le résultat des requêtes sur les données brutes. A terme une macro pourra être développé pour faciliter cette procédure.

L'extraction consiste à utiliser les trois paramètres : La densité, le recouvrement et la Surface foliaire.

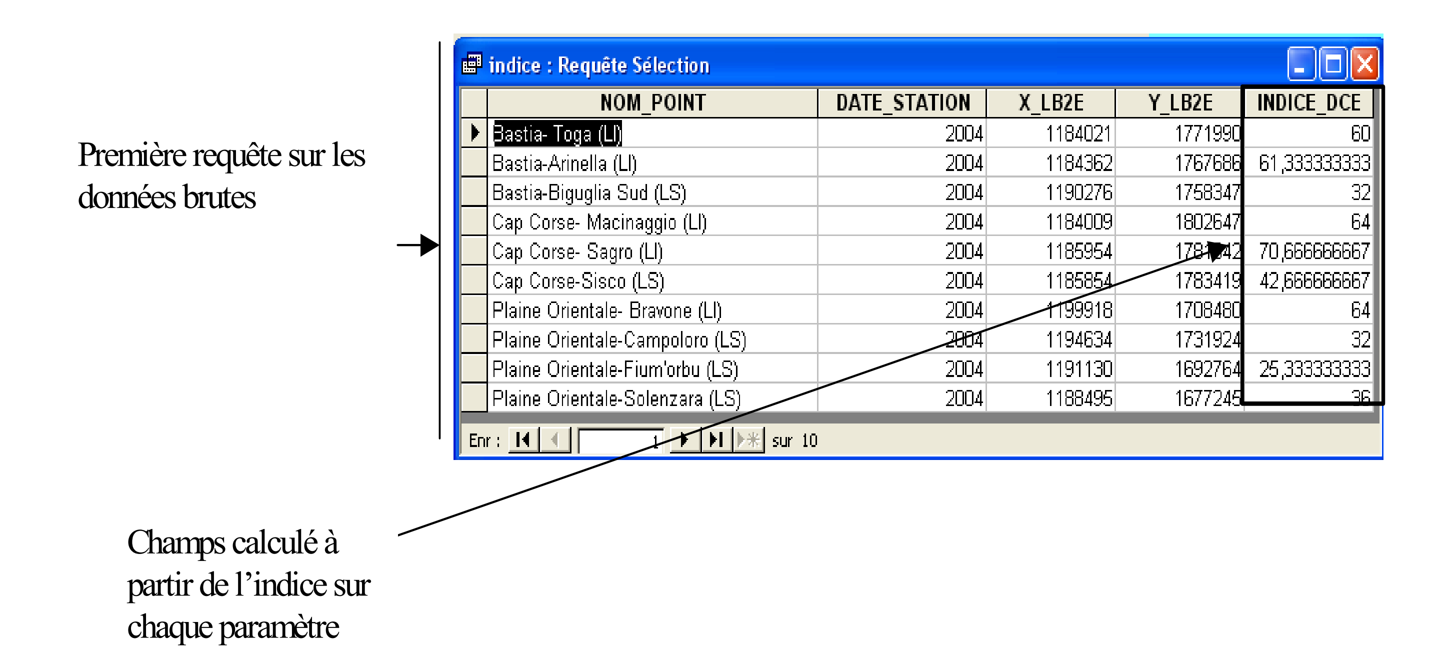
L'indice n'étant pas encore défini dans le cadre de la DCE, seulement trois critères retenu.(voir 3.1.2), il n'a pas été possible de déterminer la formule générale pour le calcul de cet l'indice. Par défaut la formule stocké est basé sur la pondération des valeurs calculées pour l'ensemble des trois paramètres et recalculé en pourcentage. Chaque paramètre est pondéré selon un pourcentage (qui sera à définir). Par défaut : Densité*0.50 + Le recouvrement *0.25 + Surface foliaire*0.25. Cette pondération va dépendre de l'importance du paramètre et sera défini par les scientifiques dans le cadre de la DCE. Le calcul est obtenu grâce au générateur d'expression Access.

La formule général est donc :

INDICE_DCE:
(([Requête_recouvrement.Groupe]*5+[Surfacefoliaire.Groupe]*2+[Requête_densité.Groupe]*8)/15)*100/5

La taille de l'engin et l'unité ne sont pas pris en compte puisque le calcul est effectuée sur l'indice qui prend déjà en compte ces champs.





NOM_POINT	DATE_STATION	X_LB2E	Y_LB2E	INDICE_DCE
Bastia- Toga (LI)	2004	1184021	1771990	60
Bastia-Arinella (LI)	2004	1184362	1767686	61,333333333
Bastia-Biguglia Sud (LS)	2004	1190276	1758347	32
Cap Corse- Macinaggio (LI)	2004	1184009	1802647	64
Cap Corse- Sagro (LI)	2004	1185954	1781142	70,666666667
Cap Corse-Sisco (LS)	2004	1185854	1783419	42,666666667
Plaine Orientale- Bravone (LI)	2004	1199918	1708480	64
Plaine Orientale-Campoloro (LS)	2004	1194634	1731924	32
Plaine Orientale-Fium'orbu (LS)	2004	1191130	1692764	25,333333333
Plaine Orientale-Solenzara (LS)	2004	1188495	1677245	36

Figure 25 : Les requêtes avec champs calculés

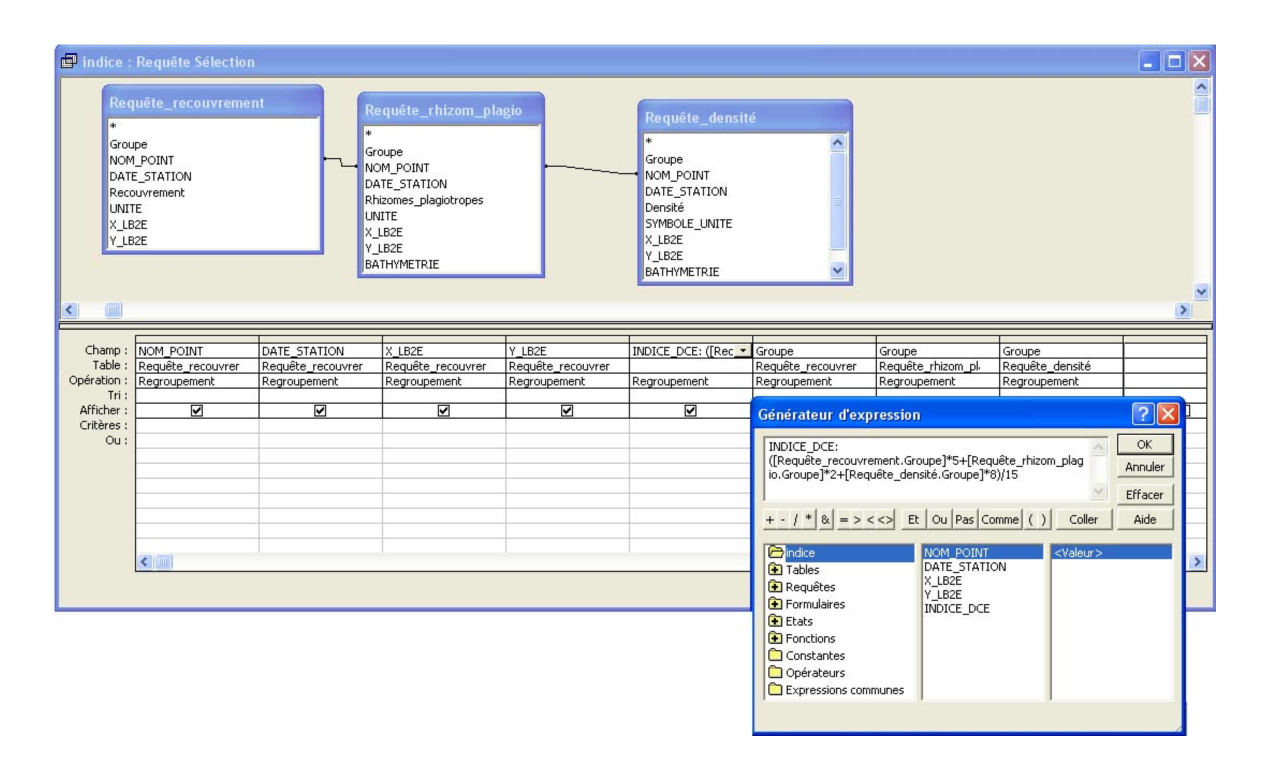


Figure 27 : Générateur d'expression

Ifremer



Données brutes

STOCKAGE
Base de données Access

S A I S I E

GRILLES DE QUALITES
Recouvrement
Densité
% de Rhizomes plagiotropes etc...
Surface foliaire[20]

Interprétation de la vitalité de l'herbier en fonction des pourcentages moyens de recouvrement (d'après Charbonnel *et al.*, 2000).

Pourcentage de recouvrement (valeurs seuils)			CODE COULEUR
Limite supérieure	Limite inférieure	Interprétation	
Inférieur à 40%	Inférieur à 20 %	Faible recouvrement	3
40 % à 80 %	20 % à 50 %	Recouvrement moyen	2
Supérieur à 80 %	Supérieur à 50 %	Fort recouvrement	1

DENSITE

2- Classification de l'herbier en fonction de la profondeur (Prof., en mètres). DA = densité anormale, DSI = densité sub-normale inférieure, DN = densité normale (en gras), DSS = densité sub-normale supérieure (d'après Pergent-Martini, 1994 et Pergent *et al.*, 1995).

CODE COULEUR									
	4	3	2	1		4	3	2	1
Prof	DA	DSI	DN	DSS	Prof	DA	DSI	DN	DSS
1	← 822	↔	**934 ↔ 1158**	→	21	← 48	↔	**160 ↔ 384**	→
2	← 646	↔	**758 ↔ 982**	→	22	← 37	↔	**149 ↔ 373**	→
3	← 543	↔	**655 ↔ 879**	→	23	← 25	↔	**137 ↔ 361**	→
4	← 470	↔	**582 ↔ 806**	→	24	← 14	↔	**126 ↔ 350**	→
5	← 413	↔	**525 ↔ 749**	→	25	← 4	↔	**116 ↔ 340**	→
6	← 367	↔	**479 ↔ 703**	→	26		↔	**106 ↔ 330**	→
7	← 327	↔	**439 ↔ 663**	→	27		↔	**96 ↔ 320**	→
8	← 294	↔	**406 ↔ 630**	→	28		↔	**87 ↔ 311**	→
9	← 264	↔	**376 ↔ 600**	→	29		↔	**78 ↔ 302**	→
10	← 237	↔	**349 ↔ 573**	→	30		↔	**70 ↔ 294**	→
11	← 213	↔	**325 ↔ 549**	→	31		↔	**61 ↔ 285**	→
12	← 191	↔	**303 ↔ 527**	→	32		↔	**53 ↔ 277**	→
13	← 170	↔	**282 ↔ 506**	→	33		↔	**46 ↔ 270**	→
14	← 151	↔	**263 ↔ 487**	→	34		↔	**38 ↔ 262**	→
15	← 134	↔	**246 ↔ 470**	→	35		↔	**31 ↔ 255**	→
16	← 117	↔	**229 ↔ 453**	→	36		↔	**23 ↔ 247**	→
17	← 102	↔	**214 ↔ 438**	→	37		↔	**16 ↔ 240**	→
18	← 88	↔	**200 ↔ 424**	→	38		↔	**10 ↔ 234**	→
19	← 74	↔	**186 ↔ 410**	→	39		↔	**3 ↔ 227**	→
20	← 61	↔	**173 ↔ 397**	→	40		↔	**↔ 221**	→

E X T R A C T I O N

Données par point
Données par programme
Données par date

Données spatiales, temporelles et sources

LIMITE INFERIEURE
LIMITE SUPERIEURE
LIMITE DES 15 m

Profondeur
Position géographique

Niveau de prélèvement

Recouvrement
Déchaussement
Surface Foliaire
Densité
% Rhizomes plagiotropes

Indice DCE

Résultats

S I G

GEODATABASE (Esri – Arcgis 8.3)

Exploitation cartographique

[20] La surface foliaire est calculé à partir des données biométriques





Données sur la biométrie des feuilles

Saisie des nouvelles données

Copier-Coller des données brutes anciennes issues des tableaux Excel

Transfert des données Excel dans un tableau paramétré au format de la table RESULTAT_BIOM

PARAMETRE / TYPE DE FEUILLES	LT	B	I	Cassé
Adultes Intermédiaires Juvéniles	Longueur totale de la feuille	Longueur de la base de la feuille	Largeur de la feuille	Cassé ou brouté

EXTRACTION

Par faisceaux	Adultes	Intermédiaires	Juvéniles
Nombre de cassé			
Nombre total			
Longueur moyenne			
Longueur moyenne de la base de la feuille			
Largeur moyenne			
Coefficient A			
LAI			

La surface foliaire (L.A.I./fais (cm²))
Le Leaf Area Index (LAI/m² (m²))
Le Coefficient A

Définition :

LT= Longueur totale de la feuille en mm **B**= Longueur de la base de la feuille adulte en mm **I**= Largeur totale de la feuille en mm

Coef. A = Pourcentage de feuille ayant perdu leur apex (GIRAUD, 1977)

LAI = Surface foliaire = LAI par faisceaux

Surface foliaire * densité = LAI par mètre carré Attention le terme LAI réfère uniquement à la deuxième valeur. Normalement le « LAI » par faisceau est la surface foliaire (ou SF) mais cela n'est souvent pas indiqué dans les tableaux Excel.

Figure 28: Gestion des données sur la biométrie foliaire

SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

LA GEODATABASE.

ORGANISATION DES DONNEES AU SEIN DE LA GEODATABASE.

CREATION D'UNE SYMBOLOGIE ET DE DIAGRAMMES

RESULTATS CARTOGRAPHIQUES

Mots clés :
Structuration de données
Géodatabase
Symbologie
Exploitation cartographique

6. LE LIEN AVEC LE SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

6.1. LA GEODATABASE

6.1.1. Définition

La géodatabase est un modèle de données permettant de représenter des informations géographiques à l'aide des technologies standard de bases de données relationnelles. La géodatabase prend en charge le stockage et la gestion des informations géographiques dans des tables du système de gestion de bases de données relationnelles standard.
Accessibles par tous les utilisateurs ArcGIS, elles utilisent la structure de fichiers de base de données Microsoft Jet Engine pour conserver les données SIG dans des bases de données.
Ce sont des espaces de travail à base de fichiers et renferment des bases de données dont la taille ne dépasse pas 2 Go. Ce type de géodatabase est idéal pour travailler sur des projets SIG dont les jeux de données sont de taille restreinte et avec des petits groupes de travail. Il devient donc nécessaire d'utiliser plusieurs géodatabases personnelles pour la collecte de données. Les géodatabases personnelles ne peuvent être modifiées que par un utilisateur à la fois. Le versionnement n'est pas pris en charge[21].

6.1.2. Structuration des données au sein d'une géodatabase

La géodatabase stocke des objets qui peuvent être des entités spatiales ou non. Une géodatabase peut être constituée d'une collection de jeux de classes d'entités ("Feature DataSet"), de classes d'entités ("Feature Class"), de tables, de rasters ... Contrairement à une couverture, le schéma d'une géodatabase n'est pas prédéfini. L'utilisateur peut organiser les tables, les classes d'entités et les jeux de classes d'entités comme il le souhaite.
La géodatabase est stockée dans un fichier .mdb dans le cas d'une géodatabase personnelle

6.1.2.1. Jeu de classes d'entités (Feature Data Set)

C'est un ensemble de classes d'entités ayant des relations topologiques entre elles (+ éventuellement des relations entre ces classes). Toutes les classes d'entités appartenant à un même jeu de classes d'entités sont stockées avec la même référence spatiale (datum, projection).

6.1.2.2. Classes d'entités (Feature Class)

Les classes d'entités stockent les objets représentant des entités spatiales. C'est un ensemble homogène d'entités. Toutes les entités d'une même classe ont la même géométrie (point, polyligne, polygone ...) et les mêmes attributs. Ces attributs sont stockés dans la table de la classe d'entité. Une classe d'entité peut être stockée en dehors d'un jeu de classe d'entités. La notion de classe d'entité est similaire à la notion de fichier de forme (shapefile)

[21] http://www.esrifrance.fr/produit/iso_album/wia_ch03_geodatabase_new_version.pdf

6.1.2.3. Table

Les tables stockent les objets représentant des entités non spatiales. Une table peut être reliée ou jointe à des tables ou des classes d'entités de la même géodatabase.

6.1.2.4. Classes d'annotations

Les annotations dans une géodatabase sont stockées dans des classes d'entités spéciales appelées classes d'annotations. Toutes les entités d'une classe d'annotations possèdent une position géographique et des attributs, et peuvent se trouver à l'intérieur d'un jeu de classes d'entités ou d'une classe d'annotations autonome.

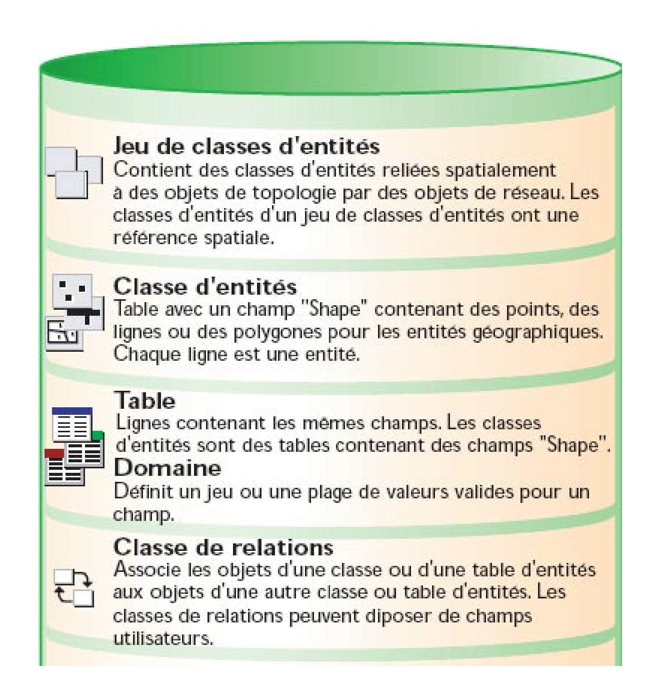


Figure 29: Liste des données stockées dans une géodatabase

Ce type d'organisation va permettre de structurer les données du RSP et de stocker les informations dans ces jeux de clases d'entité. La suite de ce document décrit la structuration de la géodatabase et l'exploitation de la base de données Access dans le SIG.

6.2. LA GEODATABASE SUR LA SURVEILLANCE DES HERBIERS DE POSIDONIES

6.2.1. Architecture générale

De retour de mission, toutes les données acquises sur le terrain ont vocation à être intégrées dans le système d'information. La saisie des données se fait par l'interface utilisateur développé dans Access et l'exploitation cartographique par l'intermédiaire de la géodatabase composé de dossiers et de jeux de classes d'entité sous Arcgis.

Les données terrain étant très nombreuses deux solutions auraient pu être envisagées. La première a donc consisté à créer dans un premier temps la base avec un SGBD relationnel classique tel que Microsoft Access et d'établir une liaison avec un logiciel SIG, en l'occurrence ArcGIS 8.3 (cf Figure 30). La seconde solution a été de travailler directement sous Arcgis, c'est-à-dire de créer une géodatabase et d'exporter cette géodatabase d'Arcgis à Access par les outils d'exportation classique d'Arcgis.
L'avantage de la première méthode est de pouvoir exploiter les atouts d'un logiciel répandu offrant la possibilité de créer des requêtes, d'imprimer des formats d'états et de saisir de manière très conviviale les données au travers de formulaire mais aussi d'accéder directement aux données de la base par l'intermédiaire d'une géodatabase sans créer de lien ODBC ou une autre « passerelle », beaucoup moins pratique. Ce choix se justifie à plus d'un titre : gain de temps, facilité d'utilisation, souplesse et possibilités de généralisation de la méthode
Cette solution laisse la liberté à tous les utilisateurs de pouvoir utiliser la base de données et de saisir les données sans nécessairement se servir d'Arcgis (Logiciel que tous les partenaires ne possèdent pas). Il est donc beaucoup plus facile de partager la base entre les différents partenaires.

L'originalité de la géodatabase est qu'elle permet de mettre à jour directement les tables à partir d'ARCGIS (modifications d'entités ou suppression) et d'accéder directement à des formulaires Microsoft Access via le document ArcMap associé (cf. :§6.2.5).

Les droits d'administration de la géodatabase devront être gérés par les administrateurs possédant l'ensemble des droits sur cette base de données afin de garantir l'homogénéité des données, leur pertinence et leur qualification. Ces droits sont définis dans Access. Arcgis respectera aussi ces droits d'administration. (cf :5)

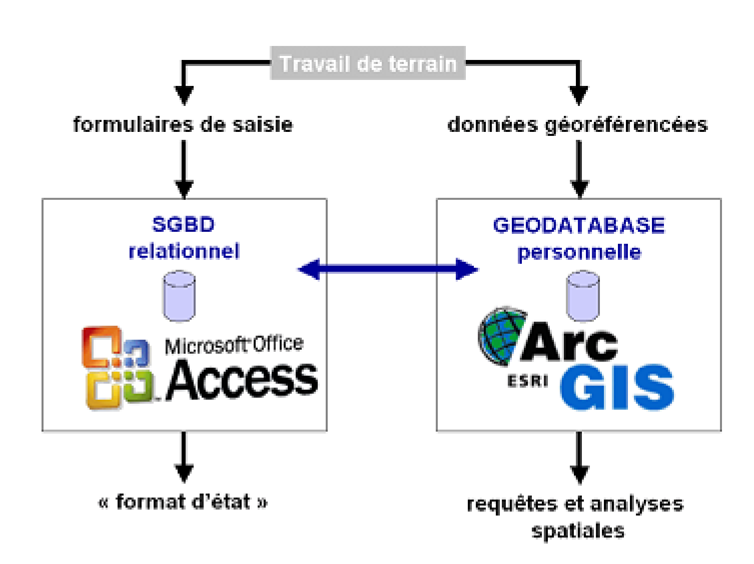


Figure 30: Organisation et exploitation des données envisagées

L'inconvénient principal est qu'une géodatabase personnelle ne peut supporter qu'un maximum de 2 GO. A terme la solution sera donc de créer plusieurs géodatabases personnelles rassemblées dans un seul dossier et accessible simultanémen

La suite de ce document détaille les différentes étapes nécessaires à la représentation des données de terrain dans le SIG dans le cadre des programmes de suivi de l'herbier de Posidonies. Les solutions proposées tiennent compte de la structuration des données de la géodatabase et de la base de données de type relationnelle.

6.2.2. Structuration des données

Pour créer la géodatabase sous Arcgis 8.3, il est nécessaire de travailler avec Arccatalog. ArcCatalog est une application orientée données pour la gestion, la localisation et la navigation dans les données spatiales. Avec ArcCatalog il est possible de créer et d'administrer les bases de données spatiales. ArcCatalog est le système au sein duquel les utilisateurs définissent leur schéma de données, spécifient et utilisent les métadonnées.

La géodatabase est contenue dans un dossier constitué de cinq sous-dossiers : Géodatabase_posidonie, Projet, temporaire, photo et légendes.

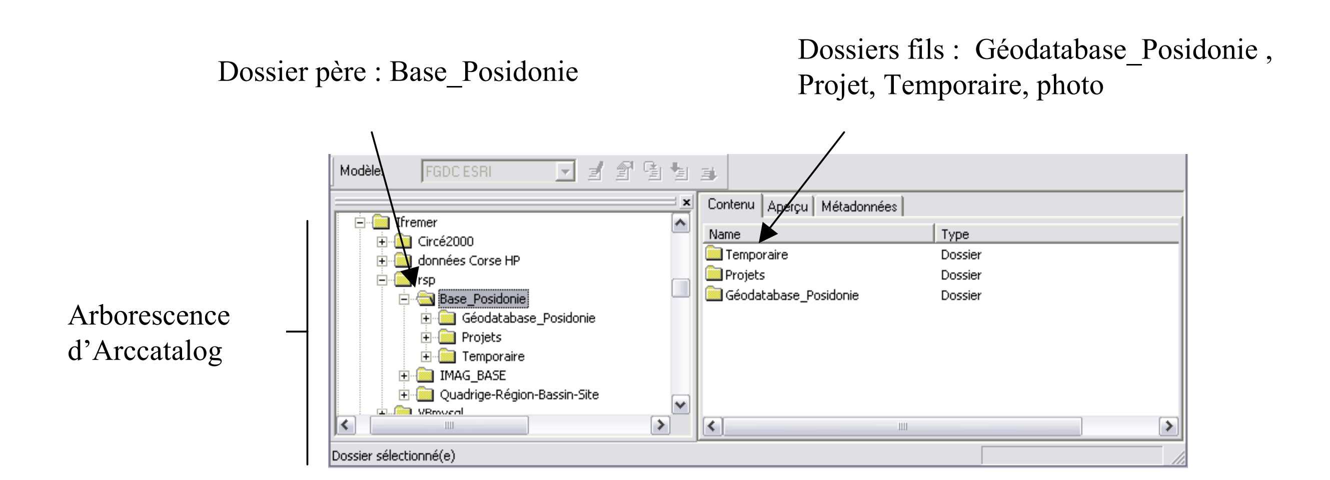


Figure 32: Organisation des dossiers et de la géodatabase

Le dossier Géodatabase_Posidonie contient la Géodatabase, c'est-à-dire la base de données Access et les tables qui la compose.

Le dossier Projet contient l'ensemble des Projets réalisées à partir des données de la base et des données de références.(voir Structure de la base : liste des tables et des relations). Ces données sont les données issues des différents fournisseurs de données. Elles peuvent correspondre par exemple aux données sources du SIRS de l'ifremer.

Le dossier Temporaire contient l'ensemble des fichiers exporté au format .dbf. Ces fichiers sont issus de l'extraction des données effectuées Access.

Le dossier PHOTO dans lequel peuvent être stocké les photos de chaque point et accessible dans Arcmap par la création d'hyperliens.
Les hyperliens permettent comme leur nom l'indique d'accéder à des documents ou des pages hypertextes en cliquant sur les entités à l'aide de l'outil hyperlien de la barre d'outils standard d'ArcGIS. Il existe deux manières différentes de définir un hyperlien pour les entités d'une couche




ArcGIS 8.3	documents liés par entité	saisie des données liées	avantages	inconvénients
Hyperliens définis à l'aide de champs	un seul par champ	saisie manuelle des enregistrements par champs	liens semiautomatiques et configurables selon un champ de la table attributaire	saisie manuelle
Hyperliens dynamiques	un à plusieurs	manuelle par entités	simplicité d'utilisation liaison rapide d'une entité à plusieurs documents liés	saisie manuelle - nécessite de spécifier le champ stockant l'information escomptée

Les hyperliens stockés dans un champs sont créer uniquement à partir d'Arcgis. Ils peuvent donc être associé à une classe d'entité résultats et établir le lien avec une carte au format image (bmp, jpeg …) Les hyperliens dynamiques peuvent être crée dans Access au niveau de chaque enregistrement ou directement dans Arcgis dans le champs dédié à l'hyperlien.

Le dossier Légende, à l'image de la base de données de l'Ifremer, il contient les légendes stockées sous forme de .lyr.

6.2.2.1. Le dossier Géodatabase_Posidonie

Il est composé de la base de données au format .mdb reconnu par Arcgis comme géodatabase personnelle.

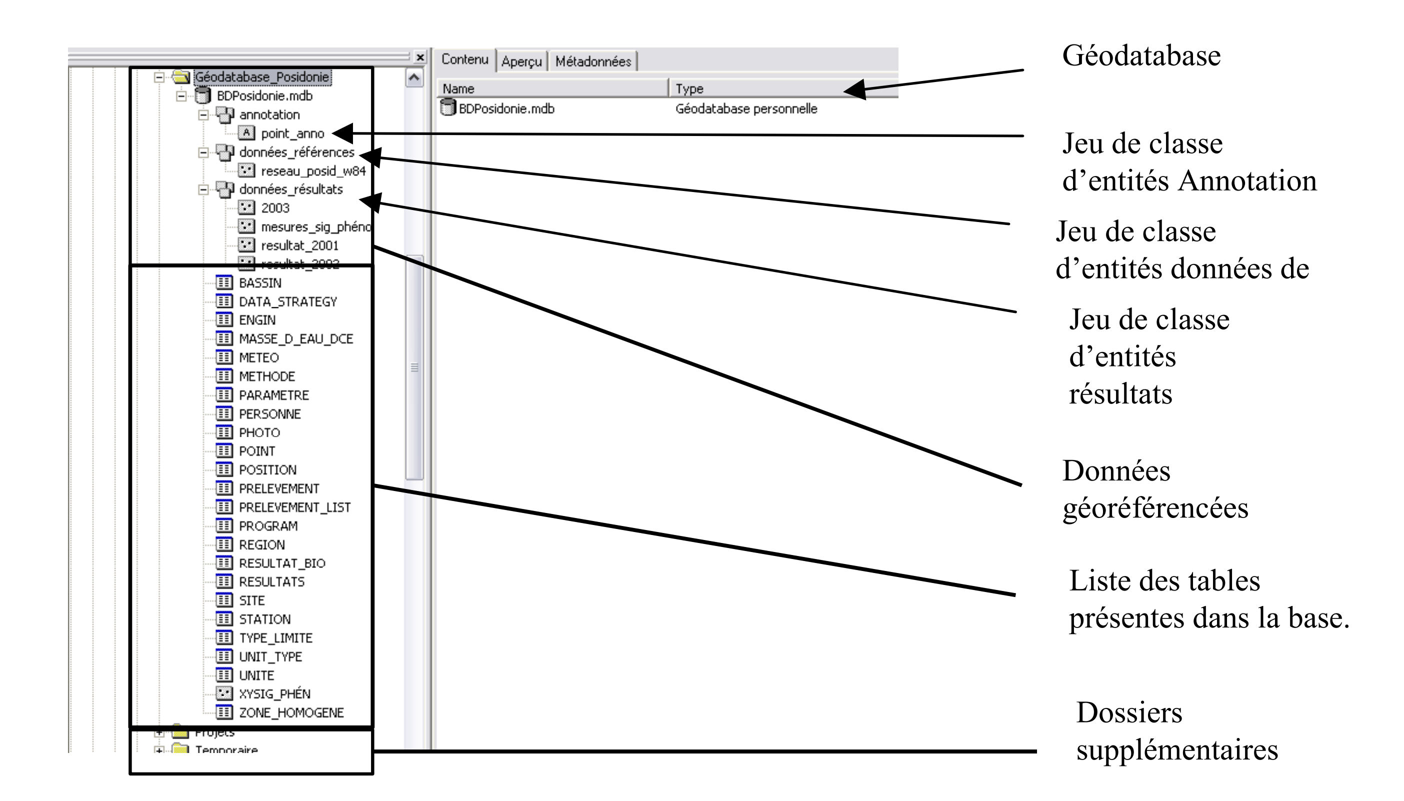


Figure 33: Organisation des données au sein de la géodatabase





6.2.2.1.1. Les jeux de classes d'entités

Le jeu de classe d'entités Annotation comprend les annotations que l'utilisateur souhaite conserver. Elles peuvent être reliées à un projet. A chaque fois qu'un projet sera ouvert ou à chaque nouvelle carte l'utilisateur fera appel à cette classe d'entité. Par défaut on retrouve dans la classes d'entité annotation, la liste des annotations pour l'ensemble du RSP, pour le RSP Corse et la liste de annotations pour le RSP PACA. L'échelle de référence défini pour les classes d'annotations est de 1/2000000 avec pour unité le mètre, (les coordonnées des points sont en Lambert 2 étendue). Cette échelle correspond à une échelle de référence puisqu'elle contient l'ensemble des points du Réseau).

Le jeu de classe d'entités données_références correspond au stockage des données de références. Ces données sont des fichiers de formes ESRI (.shp) à laquelle est rattaché la table attributaire. Les données de références sont les données tels que la couche points du Réseau de Surveillance . Cette classe d'entité contient par défaut la couche points_RSP., points_RSP_PACA et points_RSP_Corse. Cette classe d'entité permet de stocker les données spatiales communes à tous. En effet la base de données de l'Ifremer (SIRS) ne peuvent être utilisé par tous les partenaires. Chaque utilisateurs peut créer ses projets sur sa base de données propre. Cette classe d'entité permet donc de stocker des couches de références partagées, accessibles par tous les utilisateurs et pouvant être rattaché à des projets.mxd stockés dans le dossier projet.

Le jeux de classe d'entité données_résultats correspond au stockage des tables .dbf issues des extractions Access. Ces couches des tables (.dbf) enregistrées dans le dossier temporaire. Par défaut il existe une classe d'entité nommé mesures_sig_phéno. Cette classe d'entité correspond à la requête Access paramétrées par l'utilisateur. C'est un exemple d'utilisation du script formulaire pour accéder au formulaire de la requête en cours. (Cf. :§:6.2.5)

6.2.2.1.2. Principe d'utilisation du jeu de classes d'entités données_résultats

La création d'une classe d'entité peut être réalisée de deux manières :
La première est de sélectionner par un click droit de la souris, le fichier .dbf souhaité présent dans le dossier temporaire puis de choisir « créer une classe d'entités » et « A partir d'une table XY ».

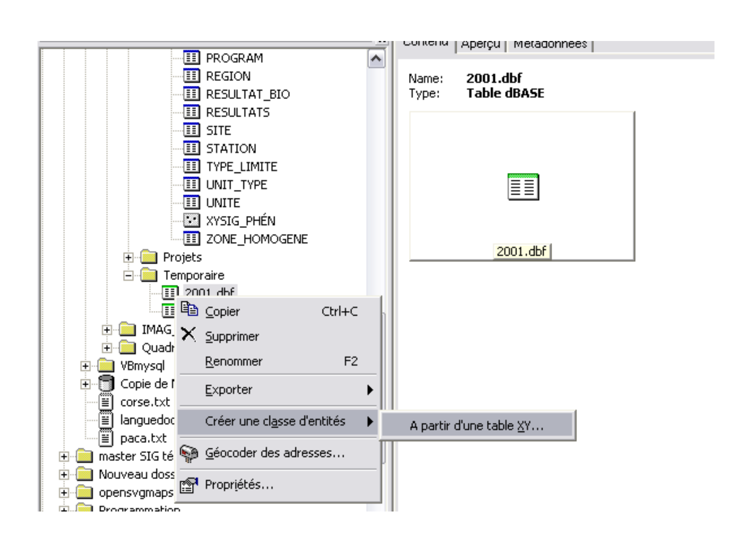


Figure 34: Création d'une classe d'entités

Ensuite dans la boite de dialogue, « créer une classe d'entité », il faut sélectionner les coordonnées du champs X et les coordonnées du champs Y, choisir la référence spatiale des coordonnées et sélectionner le fichier en sortie.
Dans la boite de dialogue « Enregistrement des données », donnez un nom de sortie au fichier et sélectionnez dans le Type Classe d'entité de géodatabase personnelle. Cette procédure permet de stocker le nouveau fichier de formes dans une classe d'entité et l'enregistre dans la géodatabase , BD_ Posidonie. (Le nom peut être par exemple résultat_2004)

La seconde solution est de créer la classe d'entité dans le jeu de classe d'entité et de la remplacer lors de la création de la couche à partir des coordonnées X et Y.

Pour voir apparaître la nouvelle classe d'entité il est nécessaire d'actualiser l'arborescence d'Arccatalog dans le menu Affichage- Actualiser.
L'inconvénient est qu'Arcgis ne stocke pas la nouvelle classe d'entité dans le jeu de classe d'entité sélectionné. Il faut la sélectionner et la déplacer vers le jeu de classes d'entités données_résultats. Il est nécessaire aussi que la nouvelle classe d'entité soit dans le même système de projection que le jeu de classe d'entités en l'occurrence le Lambert 2 étendue.

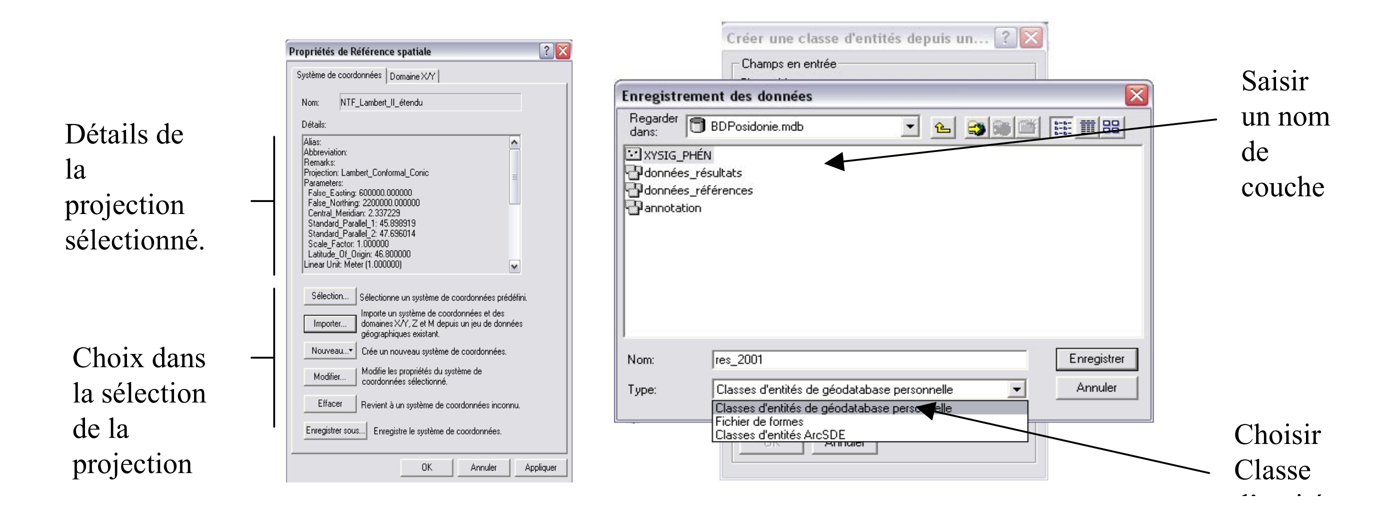


Figure 35: Appliquer une référence spatiale

Figure 36: Enregistrement de la nouvelle couche

L'affichage et l'exploitation des données se fait avec Arcmap. Le bouton de contrôle) situé dans le menu d'Arccatalog permet d'accéder directement à ArcMap.
Dans ArcMap il faut se connecter à la nouvelle couche et afficher les classes d'entités.

6.2.3. La symbologie

6.2.3.1. Définition

La symbologie a été créée pour répondre entre autre à la demande de la DCE (Cf §3.1.2) mais aussi pour permettre une évaluation de la qualité des herbiers dans le cadre d'autres programme. Ceci permet de stocker un référentiel de symbologies et faciliter la procédure de création de symbologie dans la création de nouveaux projets.

Elle est basée sur les grilles de qualité de l'herbier de posidonies élaborées par les scientifiques (voir annexe). Chaque symbole correspond à une plage de résultat. Création d'une symbologie
La symbologie permet d'affecter des graduations de couleur et des graduations sur la géométrie des objets de type ponctuels, linéaires et surfaciques

Dans la base Posidonie la symbologie est stockée dans le dossier Légende sous la forme de fichier de couche (.lyr) L'utilisation de ces fichiers peuvent être très fréquente. Cette organisation en dossiers permet d'avoir un accès simple et rapide aux fichiers .lyr, lorsque l'utilisateur est connecté à la géodatabase notamment pour les procédures répétitives.

6.2.3.2. Type symbologie utilisée dans la base RSP

Les paramètres retenus et associés à une symbologie sont :

La densité
Le pourcentage de rhizomes plagiotropes
La surface foliaire
Le taux de recouvrement
Le déchaussement
Indice DCE

La symbologie doit pouvoir fournir une information sur la qualité des herbiers en se servant des valeurs extraites de la base de données et représenter les données à partir d'une graduation hiérarchique des symboles. En règle générale et pour toutes les grilles de qualité la couleur rouge représente un herbier en mauvaise santé et lié à une valeur de groupe le plus élevé et la couleur verte représente un herbier en bonne santé pour un code couleur faible. (Rouge : Mauvaise qualité, : Bonne qualité). Termes repris de la DCE.

Les différents types de symbologie vont être :

La symbologie pour chaque paramètre

La symbologie est créée dans Arcgis à partir du menu propriétés de la couche-symbologie. Ensuite Il suffit d'importer le fichier de couches (.lyr) par la boite de dialogue symbologie pour appliquer la nouvelle symbologie à la couche sélectionné.
Le style de symbologie utilisés pour la géodatabase est un style quantité-couleurs-graduées, le champs est la valeur calculé et le nombre de classes dépend du paramètre puisque le nombre de couleur dépend du nombre de classes définies pour ce paramètre. Par exemple on aura 4 classes pour la densité et 3 classes pour le recouvrement.
Une symbologie est donc appliqué pour le % de rhizomes plagiotrope, le recouvrement, la densité, la surface foliaire et le déchaussement.

rhizomes_plagiotropes_moyenne
rhizomes_plagiotropes
Herbier généralement stable avec peu ou pas de progression
Légère tendance à la progression
Nette tendance à la progression
recouvrement_moyenne
taux_de_recouvrement
Faible recouvrement
Recouvrement moyen
Fort recouvrement

Figure 37 : Nuances dans la couleur des indices par paramètre

La symbologie de l'indice DCE

L'indice global est calculé dans Access à l'aide d'une requête (cf §:5.4) et à partir des trois critères DCE. Le résultat de ce calcul correspond à un pourcentage par point. La combinaison des trois critères (Densité, le recouvrement et la Surface foliaire) si la valeur est égale à 25 % alors la couleur est orange, caractéristique d'une mauvaise qualité de l'herbier. Il est donc nécessaire de définir des classes de symbologie pour les résultats obtenus et paramétrer dans Arcgis des plages de couleur suivant les valeurs extraites. La symbologie crée est stocké dans le dossier Légende pour lui permettre d'être réutilisé lors de futures extractions indices.

Suivant le calibrage des valeurs extraites de la base

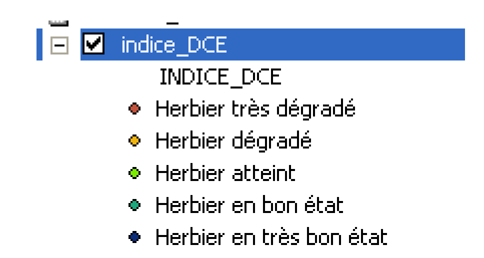


Figure 38 : Nuances dans la couleur des indices pour la DCE

6.2.4. Les diagrammes

Arcgis offre la possibilité de créer des diagrammes à partir d'un champs d'une table attributaire d'une ou de plusieurs couches. Les diagrammes proposés par Arcgis sont nombreux. Parmi les plus courants on a :

- Le diagramme en bâtons pour représenter les groupes de couleurs d'une table en fonction des points de surveillance auxquels ils correspondent. Les couleurs seront représenté en ordonnées et le nom des points sur l'axe des abscisses.

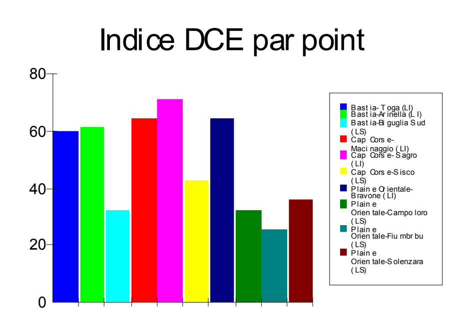


Figure 39 : Diagramme 1

- Le diagramme en ligne sert à représenter l'évolution de l'herbier au cours des années pour un paramètre extrait de la base.

Selon les données extraites de la base il est alors possible d'adapter le type de diagramme selon les valeur du code couleur

6.2.5. Les formulaires Access dans ArcMap[22]

Ces formulaires ont l'avantage d'offrir un accès simple aux données, de visualiser des requêtes dans une interface conviviale et d'effectuer des filtres de requête directement dans ArcMap.

En effet, le site support d'ESRI France propose un script permettant d'afficher un formulaire Access contenu dans une géodatabase personnelle (au format Microsoft Access également).
Pour fonctionner, ce script nécessite que le **nom de l'entité sur laquelle porte la liaison soit identique au nom du formulaire**, le formulaire et l'entité figurant tous les deux au sein de la même géodatabase.

Les formulaires de saisie peuvent donc être directement accessible dans Arcmap par des classes d'entités stockées dans le même jeu de classe d'entité_ données de références. La saisie des données est donc possible via ce module

[22] http://support.esrifrance.fr/outilsscripts/arcgis/arcmap/geodatabase/formulaireaccess/formulaireaccess.html

CONCLUSION

La base de données crée permet pour la première fois à l'échelle de la Méditerranée Française de rassembler l'ensemble des données relative à la surveillance de l'herbier de Posidonies (dans le cadre du RSP ou de la DCE).

La principale difficulté dans la réalisation de ce projet a été de concevoir un outil de stockage de données sur une durée restreinte, d'initier un projet à la base et de le mener à terme puisque aucune modélisation de base de données n'avait été développé auparavant et de travailler avec une diversité de partenaires établis sur tout le littoral Méditerranéen.
La seconde difficulté a été la recherche des données, de les rassembler et de synthétiser l'ensemble pour permettre leur saisie dans la base. (Les données étaient nombreuses, dispersées et stockées dans des formats extrêment variés).

La partie base de données est opérationnelle au niveau de la saisie ainsi qu'au niveau des outils d'extraction simple. Actuellement elle contient des jeux de données complets dont la source est connue. Ainsi ces données fournissent à partir des requêtes Access une information complète en réponse aux objectifs.
Les outils actuel permettent entre autre de répondre aux différents enjeux notamment à l'intégration des données Posidonies à Quadrige[2] sans nécessairement passer par le développement d'application spécifique et à la DCE en permettant l'extraction d'un indice globale à partir des données brutes.

L'évolution des différents enjeux, notamment de la DCE, et des grilles de qualité va à terme obliger une modification des outils de calcul d'indice de qualité. Il sera alors nécessaire de modifier certaines structures de la base, principalement au niveau du module VBA d'interprétation des codes couleurs et au niveau des requêtes SQL basées sur ce module.
La base de données et l'outil SIG ont été conçus de manière simple et n'ont pas nécessité le développement d'applications spécifiques La base est associé à un manuel de l'utilisateur. Il est donc possible de la réorganiser et de la faire évoluer simplement sans qu'il n'y ait de perte d'information. De plus le stockage de nouvelles données, lorsqu'elles seront définis (Lépidochronologie, Taxonomie etc…) pourront être contenus dans la base, simplement en ajoutant de nouveaux paramètres à partir des formulaires de listes de données.

La partie SIG a été testé à partir de données du Réseau de Surveillance Posidonies (GIS-Posidonie Corse) Les cartes d'informations crées sur le littoral Corse ne reflètent pas véritablement des données terrains puisque les enjeux n'ont pas encore été défini clairement (fin 2015) et ne peuvent être utilisé actuellement comme support d'information. pouvant répondre à la DCE. Ces cartes permettent d'avoir une idée générale de l'herbier et la géodatabase est pour l'instant destinée à une utilisation local.

Un point important reste cependant à résoudre. La valeur des données présentent dans la base nécessitent de définir des droits d'administrations sur la base pour qu'elle puisse garder son intégrité et pour permettre la qualification et la validation des données.

ANNEXE 1

Synthèse de l'évolution de la dynamique de l'herbier de Posidonie sur les 33 sites du *Réseau de Surveillance Posidonies* au cours des six retours successifs (périodes 1988-1990, 1991-1993, 1994-1996 et 1997-1999, 2000-2002, 2003). LS = limite supérieure, LI = limite inférieure. Progression : ↗ = peu importante, ↗↗ = importante ; Régression : ↘ = peu importante, ↘↘ = importante ↘↘↘ = très importante ; Stabilité : ↔. - = données non interprétables.

SITES	MISE EN PLACE	PREMIER RETOUR (1988-1990)	SECOND RETOUR (1991-1993)	TROISIEME RETOUR (1994-1996)	QUATRIEME RETOUR (1997-1999)	CINQUIEME RETOUR (2000-2002)	SIXIEME RETOUR (2003)
BOUCHES-DU-RHONE (9 sites)							
Martigues (LI)	1995	(nouveau site)			↘	↘↘	(nouveau site)
Carry (LS)	1985	↘	↘	↘	↔	↔	↔
Carry (LI)	1985	↘	↘	↘↘↘	↘↘↘	↘↘	↘
Marseille (LS)	1988	↔	↔	↔	↗	↗	
Marseille (LI)	1986	↔	↔	↔	↗	↗	
Cassis (LS)	1994	(nouveau site)			↗	↗	
Cassis (LI)	1994	(nouveau site)			↔	↔	↔
Ciotat (LS)	1988	↔	↔	↔	↔	↗	
Ciotat (LI)	1987	↔	↔	↘	↘	↘	
VAR (16 sites)							
Brusc (LS)	1985	↘	↔	↔	↗	↗	↗
Brusc (LI)	1985	↗	↔	↘↘	↘↘↘	↘↘	↘
Toulon (LS 1)	1995	(nouveau site)			↘	↗	
Toulon (LS 2)	1995	(nouveau site)			↔	↗	
Toulon (LI)	1994	(nouveau site)			↘↘	↗	
Giens (LS)	1987	↘↘	↗	↔	↗↗	↗	
Giens (LI)	1986	↘↘	-	↗	↘	↘	
Porquerolles (LS)	1986	↔	↔	↔	↗	↗	
Bormes (LI)	1986	↘↘	↘	↘↘↘	↘↘	↘	
Lavandou (LS)	1987	↔	↗↗	↗↗	↗↗	↗↗	↗↗
Baie de Cavalaire (LS)	1987	↔	↗	↔	↔	↔	
Baie de Cavalaire (LI)	1988	↘↘	↔	↘↘	-	↘↘	↘↘
St-Tropez (LI)	1996	(nouveau site)			↘↘	↘↘	
Grimaud (LS)	1987	↔	↔	↔	↔	↘	
Grimaud (LI)	1988	↗	↗	↗	↗	↗	↗
St-Aygulf (LI)	1985	↘↘↘	↘↘↘	↘↘↘	↘↘	↘	
ALPES-MARITIMES (8 sites)							
Théoule (LI)	1995	(nouveau site)			↘	↘	
Cannes (LS)	1988	↗↗	↗	↘	↘	↔	↘
Lérins (LS)	1987	-	↘↘	↔	↘	↗	
Golfe-Juan (LI)	1985/86	↘↘	↘↘	↘↘	↘↘	↘	
Antibes (LI)	1988	↗	↘	↘	↗	↔	
Villefranche (LS)	1987	↘↘	↘	↗	↗↗	↔	↔
Villefranche (LI)	1987	↗↗	↗↗	↗↗	↗↗	↗	↘
Eze (LI)	1995	(nouveau site)			↔	↘	



Surveillance de l'herbier de Posidonies en méditerranée

Légende

- Points du réseau de surveillance
- Départements
- Masses d'eau DCE

Eze (LI)
Villefranche sur mer (LI)
Antibes (LI)
Cannes (LS)
Golf de Juan (LI)
îles de Lerins
Théoules (LI)
Saint Aygulf (LI)
Grimaud (LS)
Grimaud (LI)
St Tropez (LI)
Cavalaire (LS)
Cavalaire (LI)
Le Lavandou (LS)
Bormes (LI)
Porquerolles (LS)
Giens (LS)
Giens (LI)
Toulon (LS1)
Toulon (LS2)
Toulon (LI)
Le Brusc (LI)
Le Brusc (LS)
La Ciotat (LS)
La Ciotat (LI)
Cassis (LS)
Cassis (LI)
Carry (LS)
Martigues (LI)
Marseille (LI)
Marseille (LS)

Cap Corse- Macinaggio (LI)
Cap Corse-Sisco (LS)
Cap Corse- Sagro (LI)
Bastia- Toga (LI)
Bastia-Arinella (LI)
Bastia-Biguglia Sud (LS)
Plaine Orientale-Campoloro (LS)
Plaine Orientale- Bravone (LI)
Plaine Orientale-Fium'orbu (LS)
Plaine Orientale-Solenzara (LS)

0 12,5 25 50 75 100
Kilomètres

réalisé par DEBARD Stéphane, 28/08/2005, Source: Ifremer (DEL/TL), IGN, AE-RMC Euromap

ANNEXE 2 :

LOCALISATION DES 33 POINTS DE SURVEILLANCE DE L'HERBIER DE POSIDONIE DU *RSP* ET INVENTAIRES DES PRINCIPALES NUISANCES ET FACTEURS DE RISQUES POUR CHAQUE SITE, LE LONG DU LITTORAL DE LA REGION PACA (*IN* CHARBONNEL *ET AL.*, 2000).

LES 33 POINTS DE SURVEILLANCE DU *RSP*
en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur :
Inventaire des principaux types de nuisances rencontrés

Bouches-du-Rhône
Var
Alpes-Maritimes
Martigues
Carry
Marseille
Cassis
La Ciotat
Le Brusc
Toulon
Giens
Porquerolles
Bormes
Cavalaire
St-Tropez
Grimaud
St. Aygulf
Théoule
Cannes
Lérins
Golfe-Juan
Antibes
Villefranche
Eze

Rejet proche ou lointain de station d'épuration
Aménagements portuaires
Zone Marine Protégée
Aménagements divers (plage, digue, urbanisation)
Rejets d'industries chimiques
Mouillages forains plaisanciers
Pêche professionnelle (chalutage)
Contexte de turbidité
Hydrodynamisme (érosion, mouvement sédimentaire)
Echelle de profondeur (0 - 40 m)
Zone de référence
Zone intermédiaire
Zone sensible
LI Limite inférieure
LS Limite supérieure

N
0 20 km

Indice DCE par point

Cap Corse - Macinaggio (LI)

Cap Corse - Sisco (LS)

Cap Corse - Sagro (LI)

Bastia - Toga (LI)

Bastia - Arinella (LI)

Bastia - Biguglia Sud (LS)

Plaine Orientale - Campoloro (LS)

Plaine Orientale - Bravone (LI)

Plaine Orientale - Fium'orbu (LS)

Plaine Orientale - Solenzara (LS)

N

0 5 10 20 30 40

Kilomètres

Légende

INDICE_DCE

- Herbier très dégradé
- Herbier dégradé
- Herbier atteint
- Herbier en bon état
- Herbier en très bon état

Départements

Interprétation de la qualité des herbiers de Posidonies
(Corse: Suivi RSP 2004)

Source : Ifremer, Agence de l'eau RMC, IGN. Réalisé par DEBARD Stéphane (Ifremer 2005)



ANNEXE 3:

LISTE DES PARAMETRES MESURES SUR LA BIOMETRIE FOLIAIRE.

A = Feuille Adulte selon GIRAUD (1977) donc munie d'une base et d'un limbe
I = Feuille Intermédiaires selon GIRAUD (1977) donc dépourvue de base et dont la taille du limbe est supérieure à 5 cm
J = Feuille Juvéniles selon GIRAUD (1977) donc dépourvue de base et dont la taille du limbe est inférieure ou égale à 5 cm
LT= Longueur totale de la feuille en mm
B= Longueur de la base de la feuille adulte en mm
l= Largeur totale de la feuille en mm (appréciée à 0.5 mm prés)
Coef. A = Pourcentage de feuille ayant perdu leur apex (GIRAUD, 1977)
LAI = Surface foliaire = LAI par faisceaux
Surface foliaire * densité = LAI par mètre carré
Attention le terme LAI réfère uniquement à la deuxième valeur. Normalement le « LAI » par faisceau est la surface foliaire (ou SF) mais cela n'est souvent pas indiqué dans les tableaux excel.
Nb A c = Nombre de feuilles adultes cassées
Nb A = Nombre de feuilles adultes
Lg A = Longueur moyenne des feuilles adultes
Lg A th = Longueur théorique des adultes (c'est une donnée rarement calculée et cela devra être rediscuté ?)
LB = Longueur moyenne de la base de la feuille adulte en mm
La A = Largeur moyenne des feuilles adultes
Coef A = Pourcentage de feuille adultes ayant perdu leur apex (GIRAUD, 1977)
Nb A c/ Nb A *100
LAI A = Surface foliaire = LAI par faisceaux des adultes (Nb A * Lg A* La A en cm^2/ faisceau : SF Ad)
(Surface foliaire * densité = LAI par mètre carré des adultes en m^2/m^2). Il faut donc transformer la surface foliaire par faisceau en cm^2 en m^2)

NbI c = Nombre de feuilles intermédiaires cassées
Nb I = Nombre de feuilles intermédiaires
Lg I = Longueur des feuilles intermédiaires
Lg I th = Longueur des intermédiaires ? Même chose que pour les adultes, paramètre qui ne pourra pas être calculé
La I = Largeur moyenne des feuilles intermédiaires
Coef I = Pourcentage de feuille intermédiaire ayant perdu leur apex (GIRAUD, 1977)
(Nb I c/Nb I)*100
LAI I =Surface foliaire = LAI en faisceaux des intermédiaires (SF Int)
(Surface foliaire * densité = LAI en mètre carré des intermédiaires)
(Nb I* Lg I * La I)/100
Nb J = Nombre de juvéniles

Coef T = Pourcentage de feuille totales ayant perdu leur apex (GIRAUD, 1977)
(Nb Ac + Nb Ic)/(Nb A+ Nb I)
LAI T = Surface foliaire globale = SF ad + SF int

Champs du tableau récapitulatif:

Nb total feuilles = Nombre total de feuilles
Nb feuilles cassées = Nombre total de feuilles cassées (le terme cassé est à privilégier par rapport au terme coupé qui correspondait à une manip spécifique)
Coefficient A global = Pourcentage de feuilles adultes et intermédiaires ayant perdues leur apex.
Nb moyen feuilles/fx = Nombre moyen de feuilles par faisceau





Coefficient A / fx = Pourcentage de feuilles adultes ayant perdu leur apex par faisceaux
Long moyenne (mm) = Longueur moyenne des feuilles adultes
Long th moyenne (mm) = Longueur moyenne théorique des adultes (à ignorer)
Long base (mm) = Longueur moyenne de la base des feuilles adultes
larg. moyenne = Largeur moyenne des feuilles adultes
L.A.I. / fais (cm²) = Surface foliaire par faisceaux
LAI / m² (m²) = Leaf Area Index par mètre carré
LAI photo / fais (cm²) = Surface foliaire photosynthétique par faisceaux (à ignorer)
LAI photo / m² (m²) = Leaf Area Index photosynthétique par mètre carré (à ignorer)
Long moyenne F1 (mm) = Longueur moyenne de la feuille adulte de rang 1 (à ignorer)
L. base F1 = Longueur de la base feuille adulte de rang 1 (à ignorer)
Larg. Moy F1 = Largeur moyenne de la feuille adulte de rang 1 (à ignorer)
Long moyenne F1e = Longueur moyenne de la feuille adulte de rang 1 entière (à ignorer)
Long. Base F1e = Longueur de la base de la feuille adulte de rang 1 entière (à ignorer)
Surf moy / f (cm²) F1= Surface moyenne par feuille adulte de rang 1 (à ignorer)
Surf photo moy / f (cm²) F1 = Surface photosynthétique moyenne par feuille adulte de rang 1 (à ignorer)

Commentaires :

Les mesures de densité, de déchaussement et de recouvrement sont mesurées sur chaqu'une des balises de la limite. On calcul ensuite la moyenne pour chaqu'une de ces valeurs (Eole, 2004, Réseau de Surveillance de la Posidonie).
Cette liste des paramètres sur la biométrie foliaire à été créer à partir de recherches bibliographiques et corrigés par le responsable scientifique du RSP Corse Prof. Gérard Pergent, Université de Corse & GIS Posidonie et Christine Pergent-Martini, Université de Corse & GIS Posidonie

Exemple de tableau Excel pour le stockage des données sur la biométrie foliaire :

Densité herbier	261
Nombre faisceaux	20
Longueur coupure	0

Port de Toga 19/05/2004

1	LT	B	l	état		
A	175	40	10,0		Nb A c	0
	299	41	10,0		Nb A	3
	455	39	10,0		Lg A	309,7
					Lg A th	
					LB	40,0
					la A	10,0
					Coef A	0,0%
					LAI A	92,9
I	497		10,0		Nb I c	0
	410		9,0		Nb I	3
	311		9,0		Lg I	406,0
					Lg I th	
					la I	9,3
					Coef I	0,0%
J					LAI I	113,7
					Nb J	0
					Coef T	0,0%
					LAI T	206,6

2	LT	B	l	état		
A	209	33	9,0	C	Nb A c	1
	316	32	8,0		Nb A	2
					Lg A	262,5
					Lg A th	
					LB	32,5
					la A	8,5
					Coef A	50,0%
					LAI A	44,6
I	327		8,0		Nb I c	0
	388		8,0		Nb I	3
	181		8,0		Lg I	298,7
					Lg I th	
					la I	8,0
					Coef I	0,0%
J					LAI I	71,7
					Nb J	0
					Coef T	20,0%
					LAI T	116,3





Annexe 4 : Le modèle physique de données

REGION
CODE_REGION
L_REGION
C_PAYS_REGION

POSITION
ID_POSITION
POSITION
COMMENT

SITE
CODE_SITE
CODE_REGION
LIBELLE_SITE
DESCRIPTION
COMMENT

BASSIN
CODE_BASSIN
CODE_SITE
LIBELLE
DESCRIPTION

ZONES HOMOGENES
CODE_ZONE
AREA
PERIMETERS
WORD_DOCS

POINT
CODE_POINT
CODE_BASSIN
CODE_ZONE
CODE_MASSE_D_EAU
CODE_PHOTO_POINT
ID_POSITION
NOM_POINT
ACTIVITE
LAT_NORD_WGS84
LONG_EST_WGS84
LAT_NORD_L2E
LAT_EST_L2E
CARACT
DER_OBS
TYP_LIM
BATHYMETRIE
SOURCE_POINT
DAT_MIS_PLACE
COMMENT

MASSE D'EAU
CODE_MASSE D'EAU
ID_IFREMER
AREA
PERIMETER
MASDO_LITT
MASDO_LI_1
NAME
MS_CD
REGION
SYSTEM
INS_WHEN
INS_BY
BASSIN_CD
STATUS_YR
MODIFIED
ARTIFICIAL
SALANITY
TIDAL
DEPTH_CAT
TYPE_FR
TYPOLOGIE
FACIES__SUD
RISQUE_NAB
ETAT_BIOLO
METAUX_LOU
PESTICIDES
AUTRES_POL

PHOTO
ID_PHOTO_POINT
CODE_POINT
LIEN_PHOTO_POINT
LEGEND_POINT
DATE_PHOTO
TYP_PHOTO
COMMENT

DATA_STRATEGY
ID_STRATEGY
CODE_REGION
CODE_POINT
ID_LIMIT
ID_PERSON
COMMENT

PROGRAM
ID_PROGRAM
NOM_PROGRAM

NIVEAU
ID_NIVEAU
NOM_LIMIT
COMMENT

STATION
ID_STATION
ID_PROGRAM
ID_STRATEGY
ID_PERSON
ID_LIMITE
DATE_STATION
ANNEE
COMMENT

PERSON
ID_PERSON
PERS_NAME
PERS_SURNAME
ORGANISM
STATUS
MISSIONS
ADRESS
CP
TOWN
PHONE_NB
MAIL
COMMENT

PRELEV_LIST
ID_COLLECT_LIST
PRELEV_LIST
COMMENT

PRELEVEMENT
ID_PRELEVEMENT
ID_STATION
ID_ENGIN
ID_COLLECT_LIST
PROFONDEUR
COMMENT

ENGIN
ID_ENGIN
NOM_ENGIN
DESC_ENGIN
TAILLE_ENGIN
UNIT
COMMENT

METHODE
ID_METHODE
NOM_METHODE
NOM_ENGIN_UTILISE
DESCRIPTION_METHODE
REF
COMMENT

RESULTAT
ID_RESULT
ID_PARAMETRE
ID_UNITE
ID_PRELEVEMENT
ID_METHODE
VAL_CHAMPS
COMMENT

PARAMETERS
ID_PARAM
TYPE_PARAMETRE
LIBELLE
COMMENT
SOURCE

RESULTAT_BIO
ID_BIOMETRIE
ID_UNITE
ID_STATION
ID_PRELEVEMENT
ID_PARAMETRE
ID_METHODE
NUM_FAISCEAU
LT
B
I
CASSE
COMMENT

UNIT
ID_UNITE
ID_UNITE_TYP
UNIT_SYMB
UNIT_TYP
COMMENT

UNIT_TYP
ID_UNIT_TYP
TYPE_UNIT
COMMENT

LEGENDE

Code couleur employé

DONNEES SPATIALES
STRATEGIE TEMPORELLE (STATION)
RESULTATS
STRATEGIE SPATIALE
MATERIEL & METHODES

NOM_TABLE
CLE_PRIMAIRE
CHAMP_1
CHAMP_2
CLE_EXTERNE

Modèle physique des données

TABLE_1
ID_1
CHAMP_1
CHAMP_2

1,n — 1,1

TABLE_2
ID_2
CHAMP_1
CHAMP_3

= façon dont les données sont reliées les unes aux autres. Le sc héma ci-contre signifie :
1les tables 1 et 2 sont reliées par le CHAMP_1
2A chaque enregistrement de la table 1 correspond au moins 1 enre gistrements dans la table 2, mais il peut y correspondre plusieurs (n) enregistrements
3Chaque enregistrement de la table 2 correspond à au moins 1 mais 1 seul enregistrement de la table 1

ANNEXE 5 :

Les grilles de qualités

La densité en fonction de la profondeur

2- Classification de l'herbier en fonction de la profondeur (Prof., en mètres). DA = densité anormale, DSI = densité sub-normale inférieure, DN = densité normale (en gras), DSS = densité sub-normale supérieure (d'après Pergent-Martini, 1994 et Pergent *et al.*, 1995).

CODE COULEUR									
	4	3	2	1		4	3	2	1
Prof	**DA**	**DSI**	**DN**	**DSS**	**Prof**	**DA**	**DSI**	**DN**	**DSS**
1	← 822	↔	**934 ↔ 1158**	→	**21**	← 48	↔	**160 ↔ 384**	→
2	← 646	↔	**758 ↔ 982**	→	**22**	← 37	↔	**149 ↔ 373**	→
3	← 543	↔	**655 ↔ 879**	→	**23**	← 25	↔	**137 ↔ 361**	→
4	← 470	↔	**582 ↔ 806**	→	**24**	← 14	↔	**126 ↔ 350**	→
5	← 413	↔	**525 ↔ 749**	→	**25**	← 4	↔	**116 ↔ 340**	→
6	← 367	↔	**479 ↔ 703**	→	**26**		↔	**106 ↔ 330**	→
7	← 327	↔	**439 ↔ 663**	→	**27**		↔	**96 ↔ 320**	→
8	← 294	↔	**406 ↔ 630**	→	**28**		↔	**87 ↔ 311**	→
9	← 264	↔	**376 ↔ 600**	→	**29**		↔	**78 ↔ 302**	→
10	← 237	↔	**349 ↔ 573**	→	**30**		↔	**70 ↔ 294**	→
11	← 213	↔	**325 ↔ 549**	→	**31**		↔	**61 ↔ 285**	→
12	← 191	↔	**303 ↔ 527**	→	**32**		↔	**53 ↔ 277**	→
13	← 170	↔	**282 ↔ 506**	→	**33**		↔	**46 ↔ 270**	→
14	← 151	↔	**263 ↔ 487**	→	**34**		↔	**38 ↔ 262**	→
15	← 134	↔	**246 ↔ 470**	→	**35**		↔	**31 ↔ 255**	→
16	← 117	↔	**229 ↔ 453**	→	**36**		↔	**23 ↔ 247**	→
17	← 102	↔	**214 ↔ 438**	→	**37**		↔	**16 ↔ 240**	→
18	← 88	↔	**200 ↔ 424**	→	**38**		↔	**10 ↔ 234**	→
19	← 74	↔	**186 ↔ 410**	→	**39**		↔	**3 ↔ 227**	→
20	← 61	↔	**173 ↔ 397**	→	**40**		↔	**↔ 221**	→

Le taux de recouvrement

Interprétation de la vitalité de l'herbier en fonction des pourcentages moyens de recouvrement (d'après Charbonnel *et al.*, 2000).

Pourcentage de recouvrement (valeurs seuils)			**CODE COULEUR**
Limite supérieure	**Limite inférieure**	**Interprétation**	
Inférieur à 40%	Inférieur à 20 %	Faible recouvrement	**3**
40 % à 80 %	20 % à 50 %	Recouvrement moyen	**2**
Supérieur à 80 %	Supérieur à 50 %	Fort recouvrement	**1**

Le pourcentage de rhizomes plagiotropes

Interprétation de la vitalité de l'herbier (tendance à la progression) en fonction des pourcentages moyens mesurés le long des limites d'herbier (d'après Charbonnel *et al.*, 2000).

Pourcentage de rhizomes plagiotropes (valeurs seuils)	**Interprétation**	**CODE COULEUR**
Inférieur à 30%	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression	**3**
30 % à 70%	Légère tendance à la progression	**2**
Supérieur à 70%	Nette tendance à la progression	**1**

Annexe 6 : Liste des points du RSP-PACA

Antibes (LI) : Zone sensible (rejets urbains, contexte général de turbidité (fleuve Var),courant liguro-provençal).
Cassis (LS) : Zone intermédiaire (lessivage du bassin versant et proximité émissaire),hydrodynamisme élevé (érosion et déplacements sédimentaires).
Cassis (LI) Zone de référence, mais présence lointaine du port de Cassis et de l'émissaire urbain
Giens (LS) Zone sensible (érosion du tombolo, déficit sédimentaire et rejet trèslointain de l'émissaire)
Giens (LI) Zone intermédiaire, pression de chalutage par les ganguis importante(destruction du premier balisage de 1986), hydrodynamisme et mouvements sédimentaires importants.
Le Brusc (LS) Zone de référence exempte de tout impact anthropique majeur, mais influencede l'hydrodynamisme et proximité du port des Embiez Existence d'un vaste récif-barrière de Posidonies, à très forte valeur écologiqueet patrimoniale
Le Brusc (LI) Zone de référence, mais contexte de turbidité importante et rejet lointain de l'émissaire
Martigues (LI) Zone sensible, proximité du complexe industrialo-portuaire de Fos-Lavéra et contexte général de turbidité (flux rhodanien).
Théoules (LI) Zone sensible : proximité embouchure cours d'eau (Siagne et Argentière), turbidité et envasement, aménagements littoraux et présence de Caulerpa taxifolia.
Bormes (LI) Zone de référence, mais pratique du chalutage (ganguis) et mouvements sédimentaires. Limite inférieure la plus profonde (-37.5 m) des sites du RSP
Cavalaire (LS) Zone de référence, mais pression de mouillages forains et hydrodynamisme, induisant une érosion importante de l'herbier.
Cavalaire (LI) Zone intermédiaire (aménagements portuaires et rejets urbains)
Golf de Juan (LI) Zone sensible : aménagement du port de plaisance C. Rayon, rejets urbains et ferme aquacole.
Le Lavandou (LS) Zone sensible : proximité du port du Lavandou et de l'émissaire
Porquerolles (LS) Zone intermédiaire (impact des mouillages forains, forte érosion des mattes et déplacements sédimentaires).
Toulon (LS1) Zone sensible, proximité rejet Toulon-Sicié (distance 1300 m) et pression de chalutage, mais également mouvements sédimentaires importants (hydrodynamisme).
Toulon (LS2) Zone sensible, présence rejet Toulon-Sicié (distance 3100 m), remaniements sédimentaires (hydrodynamisme).
Toulon (LI) Zone sensible, proximité rejet Toulon (distance de 1400 m) et pratique du gangui, qui entraîne une dégradation importante du balisage liée au chalutage illégal
Cannes (LS) Zone intermédiaire : littoral totalement artificialisé par les aménagements, zone d'ancien rejet, mouvements sédimentaires.
Grimaud (LS) Zone de référence, mais pression de mouillage plaisance, hydrodynamisme et déplacements sédimentaires induisant une érosion importante de l'herbier.
Grimaud (LI) Zone de référence, mais contexte de turbidité générale du Golfe de Saint-Tropez
îles de Lerins Zone de référence mais pression de mouillage des plaisanciers, hydrodynamisme (érosion et déplacements sédimentaires), impact de la pose des câbles EDF et développement important de Caulerpa taxifolia.
Saint Aygulf (LI) Zone sensible (débouché du fleuve Argens, proximité de rejets urbains et de plages restructurées, contexte de turbidité (effet rémanent des aménagements de port-Fréjus), hydrodynamisme.
Villefranche sur mer (LI) Zone intermédiaire : restructuration du rivage, mouillage plaisance, rejets d'eaux pluviales et présence de Caulerpa taxifolia et de Caulerpa racemosa.
Carry (LS) Zone intermédiaire : proximité rejet émissaire, déplacements sédimentaires liés à l'hydrodynamisme ("rivière de retour")
Eze (LI) Zone de référence, faible turbidité, mais présence d'un petit port-abri. Limite d'herbier la plus profonde des sites RSP du département.
La Ciotat (LS) Zone sensible (proximité du port, rechargement des plages, remaniements sédimentaires importants, anciens aménagements des plages alvéolaires).
La Ciotat (LI) Zone de référence, herbier le plus profond des sites RSP des Bouches-du- Rhône, mais contexte de turbidité.
Marseille (LS) Zone intermédiaire : anciens impacts des aménagements du Prado, rejets pluviaux de l'Huveaune. Balisage installé dans un « herbier relique », morcelé en quelques taches de Posidonies sur des mattes mortes.
Marseille (LI) Zone intermédiaire : contexte de turbidité, anciens aménagements des plages et rejets pluviaux de l'Huveaune.
St Tropez (LI) Zone intermédiaire : contexte de turbidité, anciens aménagements des plages et rejets pluviaux de l'Huveaune.

Table des illustrations



BIBLIOGRAPHIE :

Anonyme, 2004.Etude et Observatoire du Littoral. EOL Réseau de surveillance Posidonies, Département des Alpes-Maritimes.

ANDRAL B, TOMASINO Corinne, Octobre 2004. RINBIO. Réseau Intégrateurs Biologiques, Evaluation de la contamination chimique des eaux basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules en Méditerranée : résultats de la campagne 2003.

BOISSERY Pierre. septembre 2004, DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU 2000/60/CE
Mise en œuvre des réseaux de surveillance du bassin RHONE MEDITERRANEE & CORSE. Eaux cotières, suivi de phanérogames, note techniques , proposition d'un indice globale Posidonie (IGP)

BOISSERY Pierre, PERGENT Christine, Avril 2005, document, Chapitre 16 : L'herbier de Posidonies et la Directive Cadre sur l'Eau

BOUDOURESQUE Charles-Francois, DIVIACCO Giovanni, MEINESZ Alexandre, PERGENT Gérard, PERGENT-MARTINI Christine, TUNISI Leonardo, Avril 2004. La gestion des herbiers de posidonies en méditerranée nord occidentale. Projet d'ouvrage RAMOGE.

C. Pergent-Martini a, V. Leoni a,*, V. Pasqualini a, G.D. Ardizzone b, E. Balestri c, R. Bedini d, A. Belluscio b, T. Belsher e, J. Borg f, C.F. Boudouresque g, S. Boumaza h, J.M. Bouquegneau i, M.C. Buia j, S. Calvo k, J. Cebrian l, E. Charbonnel g, F. Cinelli c,A. Cossu m, G. Di Maida k, B. Dural n, P. Francour o, S. Gobert i, G. Lepoint i, A. Meinesz o, H. Molenaar o, H.M. Mansour p, P. Panayotidis q, A. Peirano r, G. Pergent a, L. Piazzi c, M. Pirrotta k, G. Relini s, J. Romero t, J.L. Sanchez-Lizaso u, R. Semroud h, P. Shembri f, A. Shili v, A. Tomasello k, B. Velimirov w, 2005, Descriptors of Posidonia oceanica meadows: Use and application

DAMIER Elodie, Septembre 2002, Synthèse de la contamination chimique du littoral méditerranéen.

GAUTHIER Emilie, 2004 : Marben 2.0 : Guide de l'utilisateur, (LEMAR, CNRS), Base de données sur le réseau REBENT (Réseau Benthique).

GIS POSIDONIE Direction Départementale de l'Equipement 83Service Maritime 13Conseil Général 06 : janvier 2004 :LE RESEAU DE SURVEILLANCE POSIDONIES DE LA REGION PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR : RESULTATS DU SUIVI 2003

HUGUET Antoine, 2004 PROJET Quadrige^2, Cahier des charges, Exigences fonctionnelles. IFREMER Département DYNamique de l'Environnement Cotier. Service Valorisation de l'information pour la gestion intégrée et la surveillance.

J. Denis, G. Hervé, F. Deneux, D. Sauzade, laboratoire côtier Ifremer, Toulon
P. Bonhomme, G. Bernard, Ch. F. Boudouresque, A. Leriche, E. Charbonnel, L. Le Direac'h,GIS-Posidonie, Marseille , février 2003, Guide méthodologique pour la cartographie des biocénoses marines

MAIWENN Le Borgne, Septembre 2003, Etude préalable au REBENT Méditerranéen.

PERGENT Gérard, PERGENT-MARTINI Christine, BOUDOURESQUE Charles-Francois , 1995, MESOGEE, Utilisation de l'herbier a _Posidonia oceanica_ comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en méditerranée : Etat des connaissances.

Pergent G., Abiven T., Hauden S., Mimault B., Pasqualini V., Patrone J., Pergent-Martini C., 2004. Mise en oeuvre d'un Réseau de Surveillance Posidonies le long du littoral de la Corse. Première phase : Cap Corse / Porto-Vecchio. Contrat Office de l'Environnement de la Corse et GIS Posidonie Centre de Corse, GIS Posidonie Publ., Corte : 1-108.

SINNASSAMY J. M., BERTRANDY M. C., BOUDOURESQUE C. F., FORET P., LECCIA M.EINESZ A., PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., RAGAZZI M., RICO V., **1991**. Réseau de surveillance Posidonies. Méthodologie du Réseau de Surveillance Posidonies, Bilan et perspectives. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 1-36.